

पित्रे



Scientific thought does not mean thought about scientific subjects with long names. There are no scientific subjects. The subject of science is the Human Universe that is to say, everything that is, that has been, or may be related to man. W. K. Clifford

વૈજ્ઞાનિક વિચારનો અર્થ એમ નથી થતો કે સાંતા લાખાં નામવાળા વૈજ્ઞાનિક વિષયો સંબંધી વિચાર. સ્વતંત્ર વૈજ્ઞાનિક વિષયો છે જ નહિ. મનુષ્યનું વિશ્વ એ જ વિજ્ઞાનનો વિષય; એટલે મનુષ્યના ભૂતકાળ, સાપ્રતકાળ અને ભવિષ્યકાળની બધી ઘટનાઓનો તેમાં સમાવેશ થાય છે.

કલ્પીકૃત



## અનુક્રમ

વિષય	પાનું
નિવેદન પહેલી આંશતિનું...	૬
„ ત્રીજી આંશતિનું...	૯
„ ચોથી આંશતિનું...	૧૧
પ્રકરણ ૧ જી. વિજ્ઞાન એટલે શું? ... ..	૧
„ ૨ જી. વૈજ્ઞાનિક શક્તિ-વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવના લક્ષણો	૨૫
„ ૩ જી. વિજ્ઞાનના કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો...	૫૦
„ ૪ થી. વિજ્ઞાનનો નકશો ... ..	૬૭
„ ૫ મું. વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન-પ્રાચીન ઓસ	૭૪
„ ૬ ઠું. „ „ પ્રાચીન દિંદમાં વિજ્ઞાન	૯૦
„ ૭ મું. „ „ યુરોપમાં મધ્યકાલ	૧૨૨
„ ૮ મું. „ „ યુરોપમાં અર્વાચીન સમય	૧૩૦
„ ૯ મું. ખગોલવિદ્યા ... ..	૧૪૦
„ ૧૦ મું. ભૌતિકશાસ્ત્રો ... ..	૧૫૫
„ ૧૧ મું. જીવવિદ્યા ... ..	૧૮૪
„ ૧૨ મું. માનસશાસ્ત્ર ... ..	૨૦૧૭
„ ૧૩ મું. વિજ્ઞાન અને રસશક્તિ ... ..	૨૧૭
„ ૧૪ મું. ગુજરાત અને વિજ્ઞાન ... ..	૨૩૩
સંદર્ભ પુસ્તકોની યાદી	૨૪૪
પારિભાષિક શબ્દકોષ : અંગ્રેજી	૨૪૭
„ „ : ગુજરાતી	૨૫૩

## પ્રથમ આવૃત્તિનું નિવેદન

ગુજરાતી ભાષામાં વિજ્ઞાન સંબંધી પુસ્તકો ઘણા જ થોડા છે તેમાં ઉમેરો કરતાં જરાયે સોજ થવો જોઈએ નહિ અને આવાં પુસ્તકોને માટે લાંબા નિવેદનની જરૂર રહેતી નથી.

ગુજરાતીમાં વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓ વિશે વધુ નાતમક પુસ્તકો અનુવાદરૂપે અથવા સ્વતંત્ર રીતે તૈયાર થયેલાં છે; પરંતુ વિજ્ઞાનનું વાર્તાવિક સ્વરૂપ સમજવા માટે સ્વતંત્ર વિવેચનાત્મક પુસ્તક મારી જાણમાં નથી. શિક્ષણમાં ઉપયોગી પુસ્તકોની માગણી વધારે થવાથી પ્રથમ પ્રકારનાં પુસ્તકો જલદીથી તૈયાર થાય એ સ્વાભાવિક છે; પરંતુ સાધારણ જનસમાજમાં વિજ્ઞાનને વધારે જાણીતું અને વધારે લોકપ્રિય કરવાને માટે વિજ્ઞાનના મુખ્ય સિદ્ધાન્તો સરળતાથી સમજાવનાર પુસ્તકોની ઘણી જરૂર છે. સન ૧૯૧૫ માં હોમ યુનિવર્સિટી લાઇબ્રેરીનાં પુસ્તકમાં થોમસનનું 'Introduction to Science' વાંચાથી તેના જેવું એક સ્વતંત્ર પુસ્તક લખવાનું મને સ્ફુરણ થયું. એ પુસ્તક સૂંદર શૈલીમાં લખાયું હોવા છતાં તેનો તરજુમો કે અનુવાદ ગુજરાતી વાચકને અનુકૂળ નહિ થાય એ મને તરત સ્પષ્ટ હતું. આ કામ હાથમાં લીધા પછી પૂરું થતાં ઘણા સમય લાગવાથી અને તે સમયમાં ખીન અનેક પુસ્તકો વાંચવામાં આવ્યાથી, થોમસનના પુસ્તકના કરતાં એક તદ્દન જુદું જ પુસ્તક લખાયું છે અને ધારવા કરતાં લાંબું પણ વધારે ચમું છે. દરેક રચને સંબંધિત પુસ્તકોનો ઉલ્લેખ કરવો અશક્ય હોવાથી તેમની માદી જુદી આપવામાં આવી છે; તેમાંથી આ વિષયના વધારે અભ્યાસ કરનારને સાધન અને માહિતી મળશે.

આ પુસ્તકના મુખ્ય ત્રણ ભાગ પાંડી રાકાય: પહેલા વિભાગમાં વિજ્ઞાનના સ્વરૂપનું નિરૂપણ કરવામાં આવ્યું છે. વિજ્ઞાન એટલે શું?

વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક રીતિનાં લક્ષણો, વિજ્ઞાનના કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો, વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓનો પરિચય કરાવનાર વિજ્ઞાનનો નકશો, વગેરે પ્રકરણો પહેલા વિભાગમાં સમાય છે.

બીજા વિભાગમાં વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન કરવામાં આવ્યું છે. વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ જાણ્યા વિના, વિજ્ઞાનની દાક્ષિણી રીતિ અને દાક્ષિણી અમત્યના પ્રશ્નોનું વિવેચન સમજાવું મુશ્કેલ છે; પ્રાચીન સ્મારતમાં થયેલી વિજ્ઞાનની શોધો અને તેમનું દુષ્કર્મનાત્મક વિવેચન ગુજરાતી વાચકને ખાસ ઉપયોગી અને રસમય લાગશે એમ ધારીને “પ્રાચીન (હિંદમાં) વિજ્ઞાન” એ વિષયનું પ્રકરણ જુદું પાડવામાં આવ્યું છે. ખગોળવિદ્યા, ભૌતિકશાસ્ત્રો, રસાયણવિદ્યા, જીવવિદ્યા, માનસશાસ્ત્ર એ બધા વિષયોનું માત્ર વિદ્યગાવત્રોક્ત કરવા જતાં આ વિભાગ જરા લાંબો થયો છે. પરંતુ તે વાંચ્યા વિના છેલ્લા વિભાગમાં ચર્ચાગ્રેષ્ઠ વિજ્ઞાનના અમત્યના પ્રશ્નોનું વિવેચન કદિન લાગશે.

વિજ્ઞાન અને રસજ્ઞતિ, વિજ્ઞાન અને તત્ત્વજ્ઞાન, વિજ્ઞાન અને ધર્મભાવના એ ત્રણ પ્રકરણમાં છેલ્લો વિભાગ સમાપ્ત થાય છે. વિજ્ઞાનની વાસ્તવિક કિંમત અને અર્વાચીન સંસ્કૃતિમાં વિજ્ઞાને આપેલા ફાળાની સમજૂતી આ પ્રકરણમાં અપાશે છે. છેવટે “ગુજરાતને વિજ્ઞાનની જરૂર” એ પ્રકરણમાં વિજ્ઞાનની ઉપયોગિતા અને આવશ્યકતા દર્શાવીને પુસ્તકની સમાપ્તિ કરી છે.

આ ઉપરાંત વિજ્ઞાનની પદ્ધતિના ઉદાહરણરૂપે વિજ્ઞાનની શાખાઓ અને ઉપશાખાઓના વિષયોનો પરિચય કરાવવાના હેતુથી મેં જુદા લેખો સ્વતંત્ર રીતે લખેલા, પરંતુ આ પુસ્તક લખીને થઈ જવાના બધાથી આ લેખસંગ્રહ “વિજ્ઞાનવિનોદ” એ નામથી ગુજરાતી સાહિત્ય પરિષદ લડોળ કમિટી તરફથી જુદો પ્રકટ કરવામાં આવ્યો છે. આ બંને પુસ્તકો સ્વતંત્ર હોવા છતાં પણ બંનેનું લક્ષ્ય એક જ હોવાથી તેમને સાથે વાંચવાથી વાચકને ઉપયોગી થઈ પડશે.

આ પુસ્તકમાં વપરાયેલા પારિભાષિક શબ્દોનો કોષ અંતમાં

આપવામાં આવ્યો છે. વૈજ્ઞાનિક પરિભાષાના ધણા અર્થાથેતા વિષયમાં હજી વ્યવસ્થા અને નિશ્ચિતતા પ્રાપ્ત થઈ નથી. આ વિષયમાં “સાહિત્ય” સંપ્ટેમ્બર ૧૯૨૧ માં અપાયેલા મારા વિચારોમાં ફેરફાર કરવાની મને જરૂર લાગતી નથી. કેવળ નવીનતાને માટે ખાસ સંસ્કૃત શબ્દો જ શોધવા જોઈએ, અને ફારસી કે અંગ્રેજી ભાષાના શબ્દોનો તદ્દન જ ત્યાગ કરવો જોઈએ એ અભિપ્રાય મને માન્ય નથી. પરિભાષા સરળ અને અર્થસૂચક હોવી જોઈએ એ દૃષ્ટિબિંદુ સર્વોપરિ રાખીને બીજી ભાષાના શબ્દોને સ્વીકારતાં અચકાતું જોઈએ નહિ.

આ નિવેદનમાં મારા પરમ મિત્ર ડૉ. કાન્તલાલ છગનલાલ પંડ્યા સંબંધી ઉલ્લેખ કર્યા વિના રહેવાય તેમ નથી. ૧૯૧૨ માં બેંગ્લોર સાયન્સ કોન્સ્ટીટ્યૂટમાં સાથે રહેવાનો પ્રસંગ પ્રાપ્ત થતાં તેમના તરફથી ગુજરાતીમાં લખવાનું મને પ્રથમ સ્પુરણ મળ્યું હતું. આ સ્પુરણનો પ્રતાપે અને તેમના જ ઉત્સાહ અને ઉમંગને લીધે ૧૯૧૬ માં આ પુસ્તક લખવાનું મેં માથે લીધું હતું. ત્યાર પછી પણ તેમની તીવ્ર પણ ઉદાર વિવેચકશુદ્ધિનો લાભ મને અનેક વાર મળ્યો છે અને જો કે તેનો પૂરેપૂરો ઉપયોગ હું કરી શક્યો નથી તે છતાં આ પુસ્તક તેમનું અનેક રીતે ઋણી રહેશે.

આ પુસ્તક લખાતી અને છપાતી વખતે અનેક ઉપયોગી મૂલ્યનો ફરવા માટે ગ્રેફિસર સાંકળચંદ્ર જોશલાલ શાહનો અને પુસ્તકની છપામણીમાં કરેલી મદદને માટે સોસાયટીના પાહોચ આલિસ્ટેટ સેક્રેટરી રા. હીરાલાલ ત્રિજુવનદાસ પારેખનો ઉપકાર માનવાની આ તક લઉં છું.

છેવટમાં મારે જણાવવું જોઈએ કે મારા જીવનવ્યવસાયમાંથી આ પુસ્તકને જોઈએ તેટલો સમય એકી વખતે આપી નહિ શકવાથી અનેક પ્રકારની ત્રુટીઓ રહી જવા પામી હશે એમ હું કહી શકું છું; તે દૂર કરવાની સૂચનાઓ મળશે તો તે ઉપર ધ્યાન આપવાને હું તત્પર રહીશ, ગુજરાતી સાહિત્યમાં વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર ખેડવાનું ધણું બાકી છે;

અને તેથી આના કરતાં સારું પુસ્તક લખવાના પ્રયાસ ખીજી વેળા ખીજા કાષ્ટના હાથે યશો એમ આશા રાખીને આ પુસ્તકને પ્રસિદ્ધિમાં મૂકતાં મને આનંદ થાય છે.

કલકત્તા  
૩૧-૧-૨૬

ધોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ

### ત્રીજી આવૃત્તિનું (નવેદન

આ પુસ્તક પ્રથમ ૧૯૨૬ માં પ્રસિદ્ધ થયેલું. ત્યાર પછી તેની ખીજી આવૃત્તિ ૧૯૩૮ માં ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાયટીએ અને પૂછ્યા વિના છાપી નાખેલી તેથી પુસ્તક સુધારવાની મારી આશાએ મનમાજ રહી ગયેલી.

આજે એકવીસ વર્ષે આ પુસ્તકની નવી આવૃત્તિ કરવાનો પ્રસંગ આવે છે તેનો લાભ લઈને તેમાં ઘણા મહત્વના ફેરફારો કરીને, અને ઘણી નવી વૈજ્ઞાનિક માહિતી આપીને તેને અદ્યતન કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો છે. તેમ કરતાં પુસ્તક ધણું મોટું થઈ જવાનો ભય હતો તેથી કેટલાંએક પ્રકરણો આ સમયમાં જૂના લાગવાથી છોડી દીધાં છે અને કેટલાંએક વિદ્યાર્થીઓને રસ પડે તેવી માહિતી વધારવાનો પ્રયાસ કરવામાં આવ્યો છે. વળી તત્ત્વજ્ઞાન અને ધર્મના પ્રશ્નોને નવી દૃષ્ટિથી જણાવવાને માટે તે વિષયનાં પ્રકરણો છોડી દેવામાં આવ્યા છે. તેમને નવા રૂપમાં, નવી માહિતી, નવા નિયારો અને નવા વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિબિંદુથી તપાસીને અર્વાચીન અને પ્રાચીન વિજ્ઞાનનો સમન્વય કરવાની ઇચ્છાથી 'વિજ્ઞાનવિવેક' નામના નવા પુસ્તકમાં સામેલ કરવામાં આવશે. આમ કરવામાં મુખ્ય દૃષ્ટિ આ પુસ્તકને જેમ બને તેમ વધારે સરળ લોકજોગ્ય તેમ જ અદ્યતન બનાવવાની છે.

વિજ્ઞાનની પરિભાષા હજી થયું નથી વ્યવસ્થિત કે અતિમ સ્વરૂપ પામી નથી. આ લેખકે વિજ્ઞાન સમિતિના રિપોર્ટ (૧૯૨૧) માં, અને સ્પષ્ટિય પરિપદના વિજ્ઞાનવિભાગના પ્રમુખ તરીકે ૧૯૩૭ માં, શ્રી ફાઈન

ગુજરાતી સભાતરફથી પ્રસિદ્ધ કરેલા “વૈજ્ઞાનિક શબ્દસંગ્રહ”માં તેમ જ આ પુસ્તકમાં આ દિશામાં પ્રયત્ન કર્યા છે. બીજાએ ધણા પ્રયત્નો થયા છે, તે સમજાવે સ્થાયી રૂપ આપવાનું કામ ગુજરાત યુનિવર્સિટી જેવી સર્વ-માન્ય સંસ્થાના હાથે જ થઈ શકે. પરંતુ ધણા વિચિત્ર શબ્દોમાં સુધારણા કરવાની જરૂર છે. મોલેક્યુલ માટે અણુ શબ્દ અને એટમ માટે પરમાણુ શબ્દ યોગ્ય હોવા છતાં દૈનિક જાપાંઓમાં અણુઓનું જેવો તરજીબિયો શબ્દ પ્રચલિત થઈ ગયો છે. જાતિ શબ્દ માનવકુટુંબસમૂહોને માટે જ યોગ્ય હોવા છતાં પણ “જાતીય” શબ્દ ખોટા અર્થમાં વાપરવામાં આવે છે. આ અન્યવસ્થા દૂર કરવાનું અગત્યનું કામ ત્વરાર્થી ઉપાદી લેવું જોઈએ. વળી શબ્દોને લોકભોગ્ય બનાવવાને માટે ચોકસાઈને બદલે સાદાઈ ઉપર અમુક અંશ સુધી ભાર મૂકવાની પ્રયાસની જોઈએ. વિદ્યુતને બદલે વીજ શબ્દ, વિદ્યુદ્ભવને બદલે વીજાણુ શબ્દ એ આ જ દ્રષ્ટિએ વાપર્યા છે. વૈજ્ઞાનિક, ત્રિમાસિક જેવા શબ્દોને બદલે વિજ્ઞાની, ત્રિમાસી, એવા સાદા પણ અર્થમૂલ્યક શબ્દોનો ઉપયોગ શિષ્ટ સાહિત્યમાં અપનાવવો ઘટે છે. આ પુસ્તકમાં સાહિત્યેતર વિષયના વાચકોને પણ સમજ અને રસ પડે તેવી સાદાઈ અને સરળતા સાચવતાં શિષ્ટ સાહિત્ય અને રૈલીના નિયમોનો અનુલ્લેખ અનાદર થયો હોય તો દરગુજર કરવામાં આવશે એવી આશા છે.

ગુજરાતી વાંચકમાં વૈજ્ઞાનિક સાહિત્યની જિજ્ઞાસુ બધા જ દેશહિતચિંતકોને ખૂંચે એ સ્વાભાવિક છે. પરંતુ મરાઠી સાહિત્ય અને મરાઠી વાચકોની સંખ્યાના પ્રમાણમાં ગુજરાતી સાહિત્યમાં વૈજ્ઞાનિક પુસ્તકોની સંખ્યા નાની ન ગણાય. ગુજરાતમાં નવા યુગમાં વિજ્ઞાનને વધતું સ્થાન મળે છે તે વાત ખરી છે. પરંતુ વિજ્ઞાનના રૂપરેખા લેનાર વિદ્યાર્થીને સાહિત્ય, ભાષા, સમાજશાસ્ત્ર કે અર્થશાસ્ત્ર વાંચવાના કે સમજવાના પ્રસંગો મળતા નથી તેથી વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણ એકતરફી થઈ જવાના સંભવ વધતા જાય છે. વૈજ્ઞાનિકોએ કેવળ પોતપોતાના વિષયો કે ઉર્જાવિષયોમાં દટાઈ જવું જોઈએ નહિ;



તેમણે તે વિશ્વને સંકલિત અને સમન્વિત રૂપમાં જોવું  
 લેખ્યું—એ વિચાર ઉપર ભાર મૂકવાની પ્રત્યક્ષ આ પુસ્તકને નવું  
 રૂપ આપ્યું છે. ગુજરાતના નવવિધાનમાં વિજ્ઞાન અને વૈજ્ઞાનિકોને  
 યોગ્ય સ્થાન મળે, અને વૈજ્ઞાનિકો કેવળ પોતાના દષ્ટિબિંદુ ઉપરાંત  
 સકળ સૃષ્ટિને સમન્વિત રૂપમાં જોઈ શકે, અને વ્યક્તિ તેમ જ સમ-  
 સ્થિતિના કલ્યાણના માર્ગો સાધી શકે, તેને માટે યોગ્ય માર્ગદર્શન મળે  
 અને પોતાની સાથે સામાન્ય પ્રગતિ પછી વિજ્ઞાનપ્રેમી અને વિજ્ઞાન-  
 ગુણાનુરાગી બનાવે એવી આશાથી નવી આવૃત્તિ ગુજરાતી વાચક  
 સમાજને ચરણે ધરતાં લેખકને આનંદ થાય છે.

પ્રકાશનનું કાર્ય ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાયટી પાસેથી તેમની  
 સંમતિથી લઈને ગુજરાત સંશોધન મંડળને સોંપવામાં આવ્યું છે.  
 તે ફેરફારની રજા આપવા માટે એ સંસ્થાને ધન્યવાદ થતો છે.

લલિત કુંજ : ખાર

પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ

મુદ્રણ-૨૧ : તા. ૧૭-૫-૪૭

## ચોથી આવૃત્તિનું નિવેદન

લગભગ એક જ વર્ષમાં નવી આવૃત્તિ છાપવાનું કામ હાથમાં  
 લેવું પડેલું હોવાથી પુસ્તકમાં અગત્યના કંઈપણ ફેરફાર કરવાની  
 અનુકૂળતા રહી નથી. આ દ્વંદ્વ સમયમાં દેશમાં ઘણી જાતની પ્રગતિ  
 થઈ, ૧૫ મી ઑગસ્ટ ૧૯૪૭ ના રોજ હિંદને આઝાદી મળી; દેશના  
 ભાગલા પછી, અસંખ્ય કુટુંબો નષ્ટ થયાં—ઉન્નત થયાં—નિર્વાસિત  
 થયાં—કાશ્મીર ઉપર આક્રમણ થયું—મોંઘવારી, કાળાંબત્તરો, જીજ્ઞા-  
 ત્પાદન એ કારણોને લીધે શ્રમજીવીઓ ખેડૂતો અને મધ્યમવર્ગની  
 દુઃખદાયક સ્થિતિ—મહાત્મા ગાંધીનું કરપીણ ખૂન વગેરે દરેક બનાવ  
 ઇતિહાસમાં અમર થઈ જશે.

મધ અશક્તિમાં હિતારણને લીધે ઘણી ભૂલો સુધાર્યા વિના રહી મધ હતી. એ અદ્યત્ત સ્થિતિ સુધારવાને માટે અધ્યાપક ભાષા બિપિન ઝવેરીએ અત્યંત શ્રમ ઉઠાવ્યો છે તેમનો આભાર માનવાની તક લઈ છું.

વધારે સમય મળ્યો હોત તો અર્વાચીન વિજ્ઞાનની ક્ષિતિજમાં દેખાતાં નવાંકુરો અને નવકિરણોના પ્રકાશનો કાંઈક લાભ આપવાનો વિચાર કરત. વિજ્ઞાનની અસંખ્ય શાખાઓ અને ઉપશાખાઓ જુદા જુદા ચીજોમાં છૂટી પડવાથી માનવસંસ્કૃતિ વિખરે અને તુટક થતી જાય છે. તેમાંથી બચવાને માટે મનુષ્યની-માનવસંસ્કૃતિની એકતા સાધવાને માટે વિજ્ઞાનનું કેન્દ્રીકરણ અને સમન્વય થાય એ દિશામાં પ્રયત્નો થાય છે તેના વિષે વધારે સમાલોચના કરી શકાત. પરંતુ આ બધા વિષયો “વિજ્ઞાનવિવેક” નામના નવા પુસ્તકમાં ચર્ચાવામાં આવશે, અને આશા છે કે તે પુસ્તક તૈયાર થતાં હવે બહુ સમય નહિ લાગે.

લલિતકુંજ, ખાર, પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ  
મુંબઈ-૨૨ : તા. ૧-૯-૪૮.

અંગ્રેજીમાં જે વિષયોને “સાયન્સ” કહેવામાં આવે છે, તેને માટે ગુજરાતીમાં વિજ્ઞાન શબ્દ હવે રૂઢ થઈ ગયો છે. “સાયન્સ” શબ્દનો મૂળ અર્થ “જ્ઞાન” થાય છે; તેને બદલે ગુજરાતીમાં “વિજ્ઞાન” શબ્દ વાપરવાનું ખાસ પ્રયોજન છે. સંસ્કૃત તત્ત્વજ્ઞાન અને આધ્યાત્મવિદ્યામાં જ્ઞાન અને વિજ્ઞાન એ બે શબ્દો જુદી રીતે વપરાયા છે; જ્ઞાન ખ્યાન અને ચંતનથી પ્રાપ્ત થાય છે, અને વિજ્ઞાન અત્યક્ષ અનુભવથી (સાક્ષાત્કાર રૂપે) પ્રાપ્ત થાય છે, લગભગ આવો જ ભેદ અર્વાચીન જ્ઞાન અને વિજ્ઞાનમાં છે. વિજ્ઞાન એટલે વિશિષ્ટ પ્રકારનું જ્ઞાન; અને તે અત્યક્ષ અનુભવ અને નિરીક્ષણથી ધકાયેલું જ્ઞાન. આ ઉપરાંત વિજ્ઞાનની વિશેષતા બ્યવસ્થા અને નિયમમાં સમાયેલી છે. સાધારણ જ્ઞાન છૂટક વસ્તુઓ કે વિચારોનું હોય છે. પણ જ્યારે આ છૂટક જ્ઞાનને બ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવામાં આવે ત્યારે તેમાંથી વિજ્ઞાનનાં તરવોનો આવિર્ભાવ થાય છે. સાધારણ જ્ઞાનને ઇંટોના ઢગલાની સાથે સરખાવીએ તો વિજ્ઞાનને તેમાંથી ઇંટોને નિયમસર ગોઠવીને થયેલી દિવાલ સાથે સરખાવી શકાય. સાધારણ જ્ઞાનને જળખિન્દુની વૃષ્ટિ સાથે સરખાવીએ તો વિજ્ઞાનને તેમાંથી ઉત્પન્ન થતાં સ્રોત, ઝરા અને નદીની સાથે સરખાવી શકાય. જલવૃષ્ટિ જે ઠેકાણે પડે તે ઠેકાણે જ સમાઈ જાય છે અને તેટલી જ જમીનને પોષી શકે છે; પરંતુ પ્રબળ વેગવાળા જળસ્રોતથી કુંગરોની કંઈ જ જમીન કપાઈને પોષી અને છે અને તેના જળમાર્ગની ખાબો પર સ્થળે સ્થળે લીલોતરી ઉત્પન્ન થાય છે, જળચક્કી ચાલી શકે છે, અને ધૂળવાળાં ચહેરોની તરસી વસતીને માટે જળાસયો ભરી શકાય છે. સાધારણ જ્ઞાનને વિચ્છિન્ન, અસંબંધ, વિભક્ત, અદ્વય અને કાય સાધવાને અશક્ત ગણીએ તો વિજ્ઞાન સંયોજિત, સંબંધ, અવિભક્ત, ક્ષોત્પાદક અને કાર્યસાધક હોય છે.

## જ્ઞાન અને વિજ્ઞાનનો સંબંધ

જ્ઞાન અને વિજ્ઞાનનો સંબંધ અને જ્ઞાનમાંથી વિજ્ઞાનનો પરિપાક કેવી રીતે થાય છે તે સમજવાને એક દષ્ટાંત ખસ થશે. દરિયાની નજીક આવેલા ખંભાત, ભરૂચ, સુરત, મુંબઈ વગેરે સ્થળોએ દરિયાની ભરતી અને ઓટ જોનારને તે સંબંધી થોડુંએક જ્ઞાન પ્રાપ્ત થાય છે: દિવસમાં ભરતી બે વખત ચઢે છે, અને બે વખત ઊતરે છે; અને આ:ભરતી અને ઓટનો સમય દરરોજ બદલાય છે; વળી અમુક વખતે મોટી ભરતી-જીવાળા-આવે છે; આ બધી જુદી જુદી હકીકતોને જ્ઞાનનું રૂપ આપી શકાય. પરંતુ તેમાં જ્યાંસુધી ચોક્કસાઈથી આ ભરતીઓટનું માપ ન થાય અને આ હકીકતોને વૈજ્ઞાનિક તથ્યનું રૂપ ન અપાય ત્યાંસુધી વિજ્ઞાનનો ઉદ્ભવ થતો નથી. નાના જીવાળામાં ભરતીનું પાણી ૧૦-૧૧ ફીટ ઊંચું ચઢે છે અને મોટા જીવાળામાં પાણી ૧૪-૧૫ ફીટ ઊંચું ચઢે છે; આ પાણીનું વજન કેટલું અને તે વજન ઊપાડવાને કેટલું બળ જોઈએ? સાધારણ કુંડી કે ડોલમાંનું પાણી ઊંચકવાને આપણને કેટલું બળ જોઈએ છીએ તે આપણે સમજી શકીએ છીએ; પરંતુ દરિયામાં ભરતી આવવાથી કરોડો મણ જેટલા પાણીની ઊંચલપાચલ થાય છે તેને માટે કેટલું બળ જોઈએ તેનો ખ્યાલ આપણને સહેલાઈથી આપી શકે નહિ. આ પાણીને ખેંચનાર સૂર્ય અને ચંદ્રનું બળ કેટલું છે; આ સૂર્ય આપણી પૃથ્વીથી નવ કરોડ માઇલ જેટલા અંતરે છે અને ચંદ્ર અઢી લાખ માઇલ જેટલો દૂર છે; આ બધી હકીકતો મેળગ્યા પછી પણ જાણવાનું થયું બાકી રહે છે. ગુરુત્વાકર્ષણના બળના નિયમો અને પરિણામો સમજ્યા પછીજ આ ભરતીઓટનું ખરું સ્વરૂપ સમજી શકાય છે; અને અત્યારે એટલી ચોક્કસાઈથી આ હકીકતો સમજાઈ છે કે અમુક દિવસે અમુક સ્થળે ભરતી કેટલે વખતે, અને કેટલા સમય માટે, કેટલી નાની મોટી આવશે તેની ગણતરી પંચગોળમાં આપવામાં આવે છે.

ભરતીઓટ થાય છે એ સાધારણ માહિતી મેળવવી એને જ્ઞાન કહેવાય; પરંતુ તેના વિષે કાર્યકારણનો સંબંધ નક્કી કરી તેનું ચોક્કસ અને વિગતવાર વર્ણન મેળવવું એ વિજ્ઞાનનું કાર્ય ગણાય.

## વિજ્ઞાનની વ્યાખ્યા

આ પ્રમાણે જો કે હકીકતો એકઠી કરવાનું કામ થાય જ અગત્યનું છે તે છતાં ફક્ત હકીકતોનું જ્ઞાન મેળવવું એ વિજ્ઞાનને માટે બસ નથી. હકીકતોને વિવેકપૂર્વક એકઠી કરીને તેમાંથી ખીળ મનુષ્યોથી ચોક્કસ યથા યથે એવા રૂપમાં તેમને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવીને, તેમાંથી નિયમો તારવવા, પૂર્વાનુપૂર્વીક સંબંધો શોધવા, અને દરેક ઘટનાની સંપૂર્ણ સમજૂતી મેળવવી એ વિજ્ઞાનના મુખ્ય કાર્ય છે. ફક્ત જ્ઞાન મેળવવામાં જ અને તેનો સંગ્રહ કરવામાં જ વિજ્ઞાનનું કાર્ય સમાપ્ત થતું નથી. ભરતીઓટ સંબંધી તુટક હકીકતોના જ્ઞાનમાંથી વિજ્ઞાનનો પરિપાક થતાં પહેલાં થયું કામ કરવાનું બાકી રહે છે. તે કામ કેવી રીતે થાય છે અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ કેવી છે તે વિષે પછીથી વિવેચન કરીશું. પરંતુ અત્યારે એટલું જણાવવું બસ છે, કે વિજ્ઞાનની વ્યાખ્યા \* દ્રવ્યોમાં એક આપી શકાય કે નિરીક્ષણ અને અનુભવ ઉપરથી વ્યવસ્થા પ્રમાણે અને નિયમશોધનની દૃષ્ટિએ ગોઠવેલું જ્ઞાન, તે વિજ્ઞાન. x આ પ્રકારનું જ્ઞાન બધાથી સમજી શકાય અને તેની વાસ્તવિકતા વિષે ચોક્કસ કરી શકાય તેવા રૂપમાં હોવું જોઈએ અને મનુષ્યની અંમત લાગણીઓથી અકલુષિત હોવું જોઈએ. વિજ્ઞાનની શાખાઓ અને ઉપશાખાઓ એટલી બધી વધતી જાય છે, અને તે દરેકની કાર્ય-

+ Uniform Antecedent.

\* Science is organised and formulated observation and experience.

■ Science is verifiable, communicable, impersonal knowledge.

પ્રવૃત્તિના પ્રદેશો, અને તેમની કામની બાબતો એટલી ભિન્ન દેખાય છે કે તેમનો પરસ્પર સંબંધ સાધારણ દૃષ્ટિએ સ્પષ્ટ દેખાય નહિ. ફૂટે છતાં વિજ્ઞાનની બધી પ્રવૃત્તિનું પ્રયોજન એ છે કે સૃષ્ટિની દરેક ઘટનાનું સર્વદેશીય જ્ઞાન મેળવીને, સૃષ્ટિનું રહસ્ય સમજવું. વિજ્ઞાનની વ્યાખ્યા થોડા શબ્દોમાં આપવાથી આપણને વિજ્ઞાનના સ્વરૂપનો ખરો ખ્યાલ આવતો નથી. તે સમજવાને માટે વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર, વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ, વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ, વિજ્ઞાનના મૌલિક સિદ્ધાન્તો, અને વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ વગેરે વિષયો સમજવાની જરૂર છે.

## વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ

વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર શું એ સમજવા પહેલાં “વિજ્ઞાનનો મુખ્ય હેતુ શો? વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ શો?” એ પ્રશ્નોનો ઉત્તર મેળવવો સાર્થક છે. “જે સૃષ્ટિનું દૃઢતામાં વર્ણન કરવું એ વિજ્ઞાનનો મુખ્ય હેતુ છે”\* એ સાદા વાક્યમાં જી‘કુ’ રહસ્ય સમાયેલું છે. જે સૃષ્ટિ એટલે જાણી શકાય એવી સૃષ્ટિ માત્રનું ચોક્કસાઇથી જ્ઞાન મેળવવું, અને તે જ્ઞાનને વ્યવસ્થાપૂર્વક અને ગોઠવીને, તેમાંથી દૃઢતા સૂતરરૂપ નિયમોમાં તેમનું “વર્ણન કરવું” એ વિજ્ઞાનનો હેતુ છે. આ રથળે “વર્ણન” શબ્દનો વૈજ્ઞાનિક અર્થ સ્પષ્ટ કરવો જરૂરનો છે. એક ચિત્રમાં કે ફોટોગ્રાફમાં અસલ વસ્તુનું વર્ણન આપણને મળે છે અથવા તે પ્રતિબાદ્યાળી લેન્કાનાં શબ્દચિત્રોથી આપણને વસ્તુ-સ્થિતિનો આબેહૂબ ખ્યાલ આવે છે. પરંતુ તેમાં વસ્તુસ્થિતિનું બાહ્ય વર્ણન જ હોય છે. વૈજ્ઞાનિક “વર્ણન”માં વસ્તુસ્થિતિનાં બાહ્ય વર્ણન ઉપરાંત આંતરરચના, તેમની પૂર્વાનુપૂર્વી, વસ્તુસ્થિતિની ઉત્પત્તિ અને નાશનો સંબંધ, અને તે બધું દર્શાવનાર સૂતરરૂપી દૃઢતા

\* The primary aim of science is the concise description of the knowable universe.

નિયમોના વર્ણનનો સમાવેશ થાય છે. સાદામાં સાદા અને ઝોઝામાં ઝોઝા સંક્રિતિક શબ્દોનો ઉપયોગ કરીને વર્ણન આપી શકાય તેવા જ દ્વંદ્વા નિયમો ખરા ઉપયોગી થઈ પડે છે; કારણ કે તેમાંથી જ સૃષ્ટિક્રિયાની ખરી સમજૂતી મળી શકે. વળી આ નિયમોનું “વર્ણન” એકબીજાથી અસંગત ન હોય અને કોઈ પણ હકીકત મુખ્ય સમજૂતીની વિરુદ્ધ ન જાય તેની સંભાળ રાખવી પડે છે. આ દૃષ્ટિએ અનુભવજન્ય જ્ઞાનનું સાદામાં સાદી અને સ્પષ્ટ ભાષામાં સંપૂર્ણ અને સુસંગત વર્ણન x આપવું એ જ વિજ્ઞાનનું કર્તવ્ય છે. આ વર્ણન કરવામાં જ કારણની શોધ ઘણીવાર થાય છે. સાધારણ દૃષ્ટિએ જેને આપણે કારણ કહીએ છીએ તેના કરતાં વૈજ્ઞાનિક કારણ જુદા જ પ્રકારનું છે.

x સાધારણ રીતે કારણમાં કર્તૃત્વ શકિતનો સમાવેશ થાય છે. વૈજ્ઞાનિક કારણમાં આ કર્તૃત્વ ભાવના કરતાં ફક્ત પૂર્વાનુપૂર્વી સંબંધોનો જ સમાવેશ થાય છે. ન્યાયશાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ કારણો બે જાતનાં હોય છે. એક તો આદિકારણ કે જેમાં પ્રયોજન, ઉદ્દેશ, ઈચ્છા, અને કર્તૃત્વ-ભાવના સ્પષ્ટ હોય છે; જેવી રીતે મેજને બનાવનાર સુતાર, બીજી જાતનાં કારણો ગ્રાણી અથવા નિમિત્તકારણ કહેવાય છે. તેમાં અમુક પરિસ્થિતિ પ્રાપ્ત થતાં અમુક ક્રિયા અથવા કાર્યના પ્રાદુર્ભાવનો સંબંધ દેખાય છે; જેવી રીતે મેઘધનુષ્યનું કારણ સૂર્યનાં કિરણો. આ બે જાતનાં કારણોમાંથી બીજી જાતનાં કારણો ઉપર વિજ્ઞાન વધારે ધ્યાન આપે છે એ સ્પષ્ટ કરવું આવશ્યક છે. વિજ્ઞાનમાં ‘આ શા માટે’ અથવા તો ‘આ કોણે બનાવ્યું’ એ પ્રશ્ન અનુચિત છે; તેને બદલે ‘આ શી રીતે થાય છે’ એ પ્રશ્નનો ઉત્તર મેળવવા વિજ્ઞાન મત્તન કરે છે. ટેબલ બનાવનારમાં નહિ પણ ટેબલ બનાવવાની રીતમાં જ વૈજ્ઞાનિકોને રસ પડે છે. અંતિમ કારણો શોધવા કરતાં અમુક બનાવો

■ Complete and consistent description of the facts of experience in simplest possible terms.

અને અમુક ધટના કેવા સંયોગોમાં, કેવી રીતે થાય છે, અને ફરીથી ક્યારે અને કેવી રીતે થશે તે શોધવાનું કામ જોટલું વધારે કઠિન છે તેટલું જ વધારે હલપ્રદ છે. વળી અમુક ધટના શા માટે થાય છે તે સમજવા કરતાં તે કેવી રીતે થાય છે, અને ખીજી વસ્તુઓ અને ખીજી ધટનાઓ સાથે અને ખીજા જાણીતા નિયમો સાથે તેના સંબંધ કેવી જાતનો છે તે જાણવાનું વધારે અગત્યનું છે. નિત્ય અને સ્થાયી પૂર્વાપૂર્વી વ્યાપ્તિસંબંધ શોધવામાં જ વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ પરિપૂર્ણ થાય છે. આવા વર્ણનાત્મક અને કારણરૂપ નિયમો-સૂત્રો-જોમ ખતે ખત દ્રેઢાં, સાદાં, સંપૂર્ણ અને સુસંગત રૂપમાં શોધી કાઢવાનો વૈજ્ઞાનિકો સતત પ્રયાસ કરે છે. ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ એટલે શું, વિશ્વમાં દ્રવ્યના કણોની ગતિ કેવા પ્રકારની છે અને તે દરેક કણની ગતિ ખીજા કણથી કેવી રીતે અને કેટલી બદલાય છે એનું દ્રેઢું વર્ણન એટલે ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ: આ કણો શા માટે અથવા શા કારણથી ફરે છે, અને પૃથ્વી અને ખીજા ગ્રહો શા માટે સૂર્યની પ્રદક્ષિણા અમુક દક્ષામાં જ કરે છે તેનું કારણ સમજાવવાનો સહેજ પથ પ્રપત્ન આ નિયમમાં થતો નથી. ગ્રહો ને તારાની ગતિ સંબંધી વિશાળ ધટનાની દ્રેઢાણમાં સમજૂતી આપવાને આ નિયમમાં મળે છે. આ ‘વર્ણન’ કેવળ ચિત્ર જેવું નહિ, પણ વિવેકપૂર્વકના અન્વેષણ અને પૂર્વાનુપૂર્વી સંબંધથી સુકત હોવાને લીધે ધણું ઉપયોગી હોય છે.

## વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર

ધ્રમસંનના શબ્દોમાં<sup>x</sup> ‘વિજ્ઞાનની બધી શાખાઓનો એક જ ઉદ્દેશ છે, અને તે એ કે સૃષ્ટિનિયમો શોધવા, અને વિશ્વરચનાની સંપૂર્ણ સમજૂતી મેળવવી. વિજ્ઞાનની શાખાઓ જીદીજીદી હોય છે. તે દરેકનો

<sup>x</sup> All science has one aim—to find a theory of nature—R. W. Emerson.



વિષય અને તેમના અભ્યાસની યુક્તિપ્રયુક્તિઓ બિન્ન હોય છે તેથી વિજ્ઞાનની શાખાઓ સ્વતંત્ર અને અસંબંધ છે એવી ધણીવાર ભાસ થાય છે. પરંતુ વિજ્ઞાન માત્રનો ઉદ્દેશ એક જ છે અને તે દરેક શાખાની પદ્ધતિ તો એક સરખી જ છે. વિજ્ઞાનની બિન્ન શાખાઓ અને તેમના સંબંધ વિષે ભુલું વિવેચન કરવામાં આવશે, તેથી એ શાખાઓ વિષે વર્ણન કરવાની અત્રે જરૂર નથી. પરંતુ વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર અને તે ક્ષેત્રની સીમા અને સીમાન્તો સમજવાનો અત્રે પ્રયત્ન કરીશું. જેવી રીતે વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ વિશાળ છે, અને આખા વિશ્વને સ્પર્શ કરે છે, તેવી જ રીતે વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર પણ વિશાળ અને વિશ્વવ્યાપી છે. દૈવીશક્તિ નામના અસિદ્ધ અત્રેજ તત્ત્વવેત્તાના શબ્દોમાં કહીએ તો મનુષ્યનું વિશ્વ એ જ વિજ્ઞાનનો વિષય; એટલે મનુષ્યના ભૂતકાળ, સંપ્રતકાળ અને ભવિષ્યકાળની બધી ઘટનાઓનો તેમાં સમાવેશ થાય છે. મનુષ્યનું જ્ઞાનમાત્ર એ વિજ્ઞાનનો વિષય છે. મનુષ્ય જે વસ્તુ, પદાર્થ કે વિચારને સમજી શકે તે દરેકને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિથી તપાસી શકાય તો તે વિજ્ઞાનનો વિષય થઈ શકે. મનુષ્યની બુદ્ધિથી સમજી શકાય તેવા બધા વિષયો વિજ્ઞાનની પદ્ધતિથી હાથમાં તપાસી શકાય તેવા નથી. પરંતુ વિજ્ઞાનની પ્રગતિની સાથે તેનાં સાધનો અને તેની સરહદો વધતાં જાય છે—તેના સીમાન્તો દૂર ખસેડાતા જાય છે. તત્ત્વવિદ્યા અને ધર્મવિદ્યાના વિષયોમાં વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ સંપૂર્ણ રીતે લાગુ પડતી નથી, પરંતુ પ્રતિવર્ષે આ સીમાન્ત પ્રદેશમાં વિજ્ઞાન પોતાના ઉજ્જવળ પ્રકાશનાં કિરણો નાખ્યા કરે છે; અને અગ્રેય અને અજ્ઞાનના પ્રદેશો ઉપર પોતાની સત્તાનો નાવરો જમાવવાનો યત્ન કરે છે. આ યત્નના પરિણામે એમ આશા રાખી શકાય કે મનુષ્યની બુદ્ધિને આખું જ્ઞાનમાત્રને વિજ્ઞાનની

\* The subject of science is the human universe, that is to say, everything that is or has been or may be related to man.—K. Clifford.

હકામાં લઈ ચક્રશે.

પરંતુ હાલમાં તો વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રની સરહદો સ્વીકારવી જોઈએ. જે ધટનાનું જ્ઞાન ખીજીને દર્શાવી શકાય તેમ ન હોય, અને ખીજી મનુષ્યોથી ખાત્રી થઈ શકે તેવા સ્વરૂપમાં મૂકી શકાય તેમ ન હોય, જેને પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગની પદ્ધતિ લાગુ પાડી શકે તેમ ન હોય અને જેના કારણરૂપ દૂંધા સુસંગત અને સુનિશ્ચિત સૂત્રરૂપ નિયમો મળી શકે નહિ, તે તે ધટનાઓ વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રની બહાર રહી જાય છે. પણ તે હમેશને માટે હોઈ શકે નહિ. સર જગદીશચંદ્ર બોસે વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ વિષે ઊંચામાં ઊંચી દટાકતો ચોક્કસાદમી મેળવી શકાય તેવા નાજુક યંત્રોની શોધ કરી તે પહેલાં વનસ્પતિની વૃદ્ધિ, તેમની ચેતનશક્તિ, અને તેમના આંતરસ્વરૂપ વિષે વૈજ્ઞાનિકો શંકાની નજરે જોતાં, અને એ વિષયોનું સ્થાન વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રની બહાર ગણાવું. તેવી જ રીતે ખીજી વિષયોમાં પણ ધીમે ધીમે વિજ્ઞાનની ચોક્કસાદમી અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ પ્રવેશ કરતી જાય છે. ઇતિહાસ,\* સાહિત્ય, કવિતા, વ્યાકરણ, પિંગલ, વગેરે વિજ્ઞાનથી દૂર ગણાતા વિષયોમાં પણ વિજ્ઞાનની પદ્ધતિની અસર જણાવા લાગી છે; અને ટીકાકારો અને વિવેચકો તે દરેકને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક આશયો, વૈજ્ઞાનિક શુદ્ધિ, અને વૈજ્ઞાનિક વિચારના ધોરણોથી તપાસવા મથે છે. રાજપુરુષો પણ રાજનીતિના પ્રશ્નોમાં વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિનો દરેક ડગલે ઉપયોગ કરવાનો ચત્ન કરે છે. હાલમાં યુરોપમાં તેમ જ આપણે ત્યાં દેશના વિકાસને માટે આયોજનની પદ્ધતિ સ્વીકારવામાં આવી છે, તેમાં વિજ્ઞાન તો ડગલે અને પગલે આવશ્યક થઈ પડ્યું છે. આવી રીતે પણ વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર વિશાળ થતું જાય છે, પરંતુ તે સર્વમાં વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ એ પ્રથમ લક્ષણ છે. તો વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ શી છે તે જોઈએ.

\* ઇતિહાસ અને અર્થશાસ્ત્રમાં વિજ્ઞાનની પદ્ધતિના ઉપયોગ વિષે જુઓ તે વિષય ઉપરનાં લાખણો: *Lectures on the Method of Science*, પૃ. ૧૭૩ થી ૨૪૧

## વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ

વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ વિલક્ષણ છે તે છતાં કંઈ તદ્દન અપૂર્વ ગણી શકાય નહિ. એક રીતે ન્યાયમંદિરની જિયામાં જિંવી કસોટીની સાથે આ પદ્ધતિને સરખાવી શકાય, પરંતુ અદાલતોની પદ્ધતિ અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિમાં યોડાધણો ફેર છે. વિજ્ઞાન શુદ્ધિ સિવાય ખીજા કશાને પ્રમાણ ગણતું નથી. અદાલતોમાં લેખિત અથવા ખીજા પુરાવાને સ્વીકારવો પડે છે. ન્યાયમંદિરમાં સત્યની પૂજા થતી નથી, પરંતુ ન્યાય તોલાય છે અને તે કાયદાની ખારીકી પ્રમાણે: વિજ્ઞાનમંદિરમાં કેવળ સત્યની પૂજા થાય છે—જે કે સત્યની પૂજા વિજ્ઞાનના નિયમો અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ પ્રમાણે થાય છે—તે છતાં જૂના સુકાદા અથવા ન્યાયપ્રણાલિકાના જેવા બંધનોથી મુક્ત હોવાને લીધે વિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ વધારે ચોક્કસ અને સત્યપ્રધાન હોય છે. વિજ્ઞાન હમેશ પોતાના જૂના નિયંત્રો અને સુકાદાઓ નવી રીતે તપાસતું રહે છે: એટલું જ નહિ પણ પ્રણાલિકાબંધના બયની દરકાર રાખ્યા સિવાય હમેશ વધારે સાબિતી અને નવા સાક્ષીની શોધમાં રહે છે, અને ન્યારે એકવાર નહિ પણ અનેકવાર ખાતરી થાય કે અમુક હકીકત અને સાબિતીમાંથી અમુક સિદ્ધાન્ત ફલિત થાય છે ત્યારે જ તે સંબંધી ચોક્કસ અભિપ્રાય દર્શાવે છે. ન્યાયશાસ્ત્રના નિયમો પ્રમાણે જોતાં વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ મિશ્રિત ગણાય. કારણ કે આગમન નિગમન બંનેનો તેમાં સમન્વય થાય છે. એમ કહી શકાય કે નિરીક્ષણ અને પ્રયોગોથી એળવેલી હકીકતોને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવીને, તેમાંથી તકે અને શુદ્ધિથી નિયમો ઉપજાવવા, અને પછી આ નિયમો પાછા વધુ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગથી સિદ્ધ કરવા એ વિજ્ઞાનની પદ્ધતિનું મુખ્ય કાર્ય છે. આ પ્રમાણે વિજ્ઞાનની પદ્ધતિના ચાર વિભાગ કરી શકાય. એક ખરી હકીકતો—તથ્યોનું સંશોધન, બીજું તેમનું વર્ગીકરણ, ત્રીજું કાર્યકારણના સંબંધ દર્શાવનાર નિયમનું શોધન અને ચોથું નિયમ-સિદ્ધિ. આ ચાર વિભાગનું વિગતવાર વર્ણન હવે કરીશું.

## તથ્ય

વિજ્ઞાનનો મુખ્ય હેતુ સૃષ્ટિની વિવિધ ઘટનાઓ સમજીને તેમના પૂર્વાનુપૂર્વી સંબંધ શોધવાનો છે એ આપણે જોઈ ગયા. પરંતુ આ કામ થઈ શકે તે પહેલાં ખરી હકીકતો મેળવવાની, અને મંજૂર પામેલ રચનાની જરૂર રહે છે. સાધારણ દૃષ્ટિથી ખરી હકીકતો તપાસ કરતાં ખોટી માલુમ પડે છે તેથી મૂળ પાયામાંથી જ ખરી ખાતમી મેળવવી અને ખોટી ખાતમીને દૂર રાખવી એ પ્રથમ કામ ધણું અગત્યનું છે. ખરી ખાતમી-ખરી હકીકત-સિદ્ધ થયેલી હકીકતને અંગ્રેજીમાં “ફેક્ટ” કહે છે. તેને માટે આપણે ગુજરાતીમાં તથ્ય શબ્દ યોગ્ય. “તથ્ય” એટલે વાસ્તવિક અને ખરી હકીકત; જાદુ, હાથચાલાકી, ઇન્દ્રજાલ, વગેરે અનેક ખાલ દર્શનથી છેતરાયા વિના પ્રાપ્ત કરવામાં આવેલું ઘટનાનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ એ તથ્ય. આસતી આગગાડીમાંથી આપણને ઝડ અને ખેતરો દોડતાં લાગે છે, તેવી જ રીતે સૂર્ય પૃથ્વીનું પરિક્રમણ કરે છે એમ લાગે છે. એ પ્રયક્ષ નજરથી જોઈ શકાતી હકીકતો ખરી છે કે ખોટી છે, અને ખરું તથ્ય શું છે તે શોધી કાઢવાનું કામ કઠિન અને અગત્યનું છે. વૈજ્ઞાનિક તથ્યનાં એ સ્વરૂપ બહુ જ ખાતમી યાદ રાખવાનાં છે. (૧) ખરી ખતેલી, અને ચોક્કસાઈથી વર્ણવેલી હકીકતને જ અને (૨) અન્ય નિરીક્ષકોથી અનુભવી શકાય, અને તેમનાથી પણ ખાત્રી કરી શકાય એવા રૂપમાં મૂકેલી હકીકતને જ “તથ્ય” નું નામ આપી શકાય. આ પ્રમાણે યોજના રાખવાથી અન્વેષકોના મનના તરંગો અને અપૂર્ણતાઓ દૂર રાખી શકાય છે, અને ખોટી માન્યતાઓ અને ખોટા પાયા ઉપરથી ખોટા સિદ્ધાંતો રચાતા અટકે છે. આ ધ્રમ બહારથી દેખાય છે તેટલું સહેલું નથી.

## માન્યતા અને તથ્ય

પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિ અર્વાચીન સમયમાં

બે-ત્રણ શતકથી જ પ્રચલિત થઈ છે. પ્રાચીન દેશોમાં, ખાસ કરીને પ્રાચીન હિંદમાં, આ પદ્ધતિ અમુક અંશે પ્રચલિત હતી, પરંતુ એકવાર તે હુપ્ત થયા પછી મધ્યકાલીન સમયમાં અને તે પછીના કાળમાં પ્રયોગથી પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ કરવાની પદ્ધતિ તદ્દન જુલાઈ મળી હતી. યુરોપમાં સિયોનાર્ડો ડે વીન્સી, રોજર બેકન, અને લૉડ બેકન વગેરેના પ્રયાસોથી આ પદ્ધતિનાં બીજાં શાખાં હતાં; અને આ પદ્ધતિ પ્રમાણે તપાસ કરવાને અને સત્યશોધનને માટે ઈંગ્લેન્ડમાં રોયલ સોસાયટીની સ્થાપના સન ૧૬૬૧માં થઈ હતી. આ સમાનો મુખ્ય ઉદ્દેશ સમસ્ત પ્રકૃતિની ઘટનાનાં-કારણોની શોધ કરવાનો અને પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવાનો હતો. તે સમયમાં સાધારણ માન્યતાઓ અને ખરી હકીકતો-તથ્યો ભેદ સમજવાનું કામ અપરિચિત હતું. અભિપ્રાયોને પ્રમાણ આપવાને બદલે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગથી સિદ્ધ કરવાના પ્રશ્નોની પાઠીમાં નીચેના પ્રશ્નો હતા :—

“લોહસુખક હાથમાં રાખવાથી સધિયા દૂર થાય છે.”

“હીરો, એ કંઈ પદાર્થ છે અને હીરાકણી સિવાય બીજા કશાથી કાપી શકાતો નથી. છતાં બકરાના લોહીથી તે નરમ થઈ જાય છે.”

“ગુલસીથી વીંછી ઉત્પન્ન થાય છે અને તેનાં પાંદડાં સૂંધવાથી માણસના મગજમાં વીંછી ઉત્પન્ન થાય છે.”

“હાથીના શરીરમાં સાંધા હોતા નથી, તેથી જમીન ઉપર સ્થાય થઈ શકતો નથી અને ઝાડને એટલીને સૂએ છે. તેથી આ ઝાડ પડી જાય તો હાથી પણ મરી જાય છે.”

ઉપરનાં દૃષ્ટાંતો ઉપરથી દેખાશે કે તે સમયમાં વિજ્ઞાનના પ્રાથમિક તથ્યો વિષે કેટલું અજ્ઞાન હતું. તેમ છતાં આ અજ્ઞાન દૂર કરનારાઓને તે સમયમાં લોકો ધણું પળવતા, અને ગૌરવસ્પદ અને શુભીવર જેવા લેખકો પણ આ વૈજ્ઞાનિકોની મજાક કરવાનું છોડતા નહિ.

ગોઠડમીથે લખેલું કે અમુક જાતનાં પતંગિમાં શુ ખોરાક ખાય છે તે જાણવાથી જગત ડાહ્યું મનાવું નથી કે સુધરવાનું નથી; અને ગુલીરે કાકડીમાંથી સૂપનાં કિરણો કાઢવાને આઠ વર્ષ સુધી પ્રયોગ કરનાર વૈજ્ઞાનિકનું વર્ણન આપ્યું છે ! પરંતુ સાહિત્યકોનો આ વિરોધ થોડો જ સમય રહ્યો, વિજ્ઞાનની પ્રતિષ્ઠા અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ હવે સુરક્ષાપિત થઈ છે. તે છતાં સાધારણ માન્યતા અને વૈજ્ઞાનિક તથ્યનો ભેદ સમજતાં ધણાં મનુષ્યો ડગલે ડગલે બૂલો કરે છે આવી ખોટી ઠરેલી અવાંચીન માન્યતાનાં થોડાં દર્શાવત બસ થશે :—

- “પૂર્ણિમાને દિવસે વાદળાં ઓછા થાય છે”\*
- “ચંદ્રની વધધટની સાથે હવામાનમાં ફેર થાય છે”+
- “મહો અને તારાની ગતિથી હવામાનમાં ફેરફાર થાય છે.”x
- “તોપોના ભડાકા થવાથી વરસાદ બહુ થાય છે”=

\* પદર વર્ષ સુધી નિરીક્ષણ કરનાર એક પાદરી વૈજ્ઞાનિકે સ્થિતિ ક્યુ હતું કે વાદળા પૂનમને દિવસે ઓછા થતા જ નથી ધણુકરીને વાદળાં સવારમાં વધારે હોય છે અને સાંજે ઓછા થાય છે તેથી પૂર્ણિમા જગતી વખતે વાદળા ઓછા હોવાનો ભાસ થાય છે

+ ચંદ્રને ધીમે હવામાં દરિયાની જેટે બસતીએટ આવે છે પરંતુ તેનાથી એક ઇંચના પથાસમા ભાગ કરતાં વધારે ફેર પડતો નથી, તેથી નબળા મનના માણસ ઉપર કઈક અસર થાય પણ તેથી કાંઈ વરસાદ કે તોફાનનો સંબંધ સ્થિત થતો નથી,

x આ માન્યતા જ્યોતિષની ઉત્પત્તિના સમયથી આવતી આવે છે. પરંતુ આ મહો અને તારા પૃથ્વીથી એટલા બધા દૂર છે કે તેમની કાંઈ પણ અસર પૃથ્વીના હવામાન ઉપર થઈ શકતી નથી આખા તારામંડળમાંથી જેખાતો બધો પ્રકાર એકઠો કરવામાં આવે તો છત્તીસ શીટ નેટલે છેટે મૂકેલી એક મીટ્રબત્તી નેટલો થાય ! આટલી ઉષ્ણતાથી હવામાન શી રીતે ફરી સકે ? તારા અને મહોમાંથી કાંઈ અજ્ઞાત પ્રકારના કિરણો આવીને આ હવામાનમાં ફેરફાર કરતા હોય તો તે અસંભવિત જ ગણાય, પરંતુ તારા અને મહોની ગતિની સાથેના હવામાનનો સંબંધ હજી સુધી સ્થિત થયો નથી

= આ સંબંધી એટલું અજ્ઞાન છે કે ૧૯૧૧ માં પાર્લામેન્ટના એક સભાસદે અમુક ગામમાં બહુ વરસાદ થતો હોવાથી ત્યાંથી દૂર જઈને વહાણોને ઢાંચોળાની પ્રેક્ટીસ કરવાને વિનંતિ કરી હતી પરંતુ કેટલાએક વર્ષોના

“વીજળીના કડાકાની સાથે વજ્ર પૃથ્વી પર પડે છે.” x

“દેડકા પથ્થરના પોલાણમાં અસંખ્ય વર્ષો સુધી જીવે છે.” \*

સમયના અભાવને લીધે, અને વિષયાંતર જવાના ભયને લીધે ઉપરની દરેક માન્યતા ખોટી છે એ અત્રે સિદ્ધ કરી શકાય તેમ નથી, પરંતુ તે દરેક વિષે દ્વંકાણમાં દિપ્પજ્જ્ઞથી સમગ્રવવામાં આવ્યું છે તે ઉપરથી દેખાશે કે આવી માન્યતાઓને વૈજ્ઞાનિક તથ્યની વચ્ચે કેટલો ભેદ છે, અને વૈજ્ઞાનિક તથ્યની પ્રાપ્તિ કરવી એ કેટલું કઠિન છે.

### તથ્યપ્રાપ્તિ

વિજ્ઞાનના અંતિમ પરિણામોના સત્યનો મુખ્ય આધાર આ પ્રાથમિક તથ્યની વાસ્તવિકતા ઉપર રહે છે અને તેથી આ કાર્ય ધણું જ સંભાળપૂર્વક કરવું પડે છે. વિજ્ઞાનની “ ચોક્કસ ” ગણતરી શાખાઓમાં ખગોળવિદ્યા પ્રથમ છે: કારણ કે તેના તથ્યો હજારો વર્ષોથી નિશ્ચિત થતા આવે છે. પ્રાચીન સમયમાં જ્યોતિષની દૃષ્ટિએ ખગોળવિદ્યાનો અભ્યાસ થતો તેથી મહો અને નક્ષત્રો સિવાય દૂરના તારાઓ સંબંધી મનુષ્યનું જ્ઞાન ધણું ઓછું હતું. તે જ્ઞાન ચોક્કસપણે

મેળવનારા અને આકાશનો નકલો તૈયાર કરનારા ખગોળવેત્તાઓએ વર્ષો સુધી મહેનત કરી છે ટાઇકોમાહી (૧૫૪૬-૧૬૦૧) નામના ઉમરાન કુટુંબના એક ખગોળવેત્તાએ પચીસ વરસ સુધી ફક્ત આકાશના તારાઓનું નિરીક્ષણ કરી તેની નોંધ લીધા કરી હતી, તેના ચોક્કસ નિરીક્ષણને લીધે કેપ્તરનું નિયમશોધનનું કામ સરળ થયું હતું. હર્ષદ નામનો ખગોળવેત્તા વર્ષો સુધી આખી રાત તારાની ગતિની દૂરબીનવતી નોંધ કરતો, રવાબે નામના એક ખગોળવેત્તાએ સૂર્યમાં દેખાતાં ધાખાં ત્રીસ વરસથી વધુ સમય સુધી રોજ દૂરબીનથી તપાસ્યાં છે, હન્ડ પશુ આકાશ જોવાનું અને નવા તારાઓ નીરખવાનું અને તેમના ચોક્કસ સ્થાનનું નિર્ણય કરવાનું કામ પૂરું થયું નથી, સેંકડો વર્ષો પહેલાં શરૂ થયેલ તારાની યાદી બનાવવાનું કામ અખૂટ મહેનત અને શ્રમ ઉઠાવવા છતાં હન્ડ પશુ સમાપ્ત થયું નથી, એ ઉપરથી વિજ્ઞાનની હકીકતો ઉપરથી તથ્યો ઉપજાવવાનું કામ કઠિન છે તેનો ખ્યાલ આવશે

### તથ્યની વ્યવસ્થા

આ પ્રમાણે તથ્યો એકઠાં કર્યા પછી પણ તેમને વર્ગ પાડીને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવાનું કામ સહેલું નથી અસંખ્ય હકીકતોને જુદકે રીતે એકઠી કરવાથી અને તેમની માત્ર મોટી સંખ્યાથી મનુષ્યની શ્રુતિ તેમાંથી લાભ ઉઠાવી શકતી નથી, પરંતુ આ જુદકે હકીકતોને ક્રમવાર અને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવતા તેમાંથી કોઈકે નિયમ અને વ્યવસ્થાનો ઉદ્ભવ થાય છે ત્યારે જ જ્ઞાનનો ખરો વધારો થાય છે વિચાર અને વ્યવસ્થા વગર હકીકતો પ્રાપ્ત કરવામાં સમય અને મહેનતનો વ્યય વ્યર્થ જાય છે નવા પ્રાણીઓની શોધ કરવી, નવાં નવાં રાસાયનિક દ્રવ્યો બનાવવાં, જુગોળના અગ્નિ પ્રદેશોની શોધ અને નોંધ કરવી વગેરે કેવળ તથ્ય એકઠાં કરવાનાં કામ અગત્યનાં છે, પરંતુ આ તથ્યોને જ્યાંસુધી ક્રમવાર અને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવામાં આવે ત્યાં સુધી તે ઉપયોગી થતાં નથી. કેવળ નવાં



તથ્યો શોધવાની જિજ્ઞાસાને ખદલે જૂના નિયમોની શોધમાં અને તેમની વાસ્તવિકતાની વધુ સાબિતી મેળવવાને માટે જ પ્રયાસો થવા જોઈએ. નવાં રાસાયણિક દ્રવ્યો ફક્ત શોખને માટે બનાવાતાં નથી. પણ અમુક રાસાયણિક સંયોજન કે ખંધારણના નિયમોની વાસ્તવિકતા પ્રસિદ્ધ કરવાના હેતુથી જ એ પ્રયોગો કરવામાં આવે છે. નહિ તો પછી હેતુ વગરની એ બધી પ્રવૃત્તિ બ્યર્થ જાય છે. આવી જ રીતે બીજા વિષયોમાં પણ વિજ્ઞાનનાં નવાં તથ્યો અમુક નિયમ કે અમુક વિચારપદ્ધતિના સમર્થનને માટે જોધવામાં આવે છે. તેવી શોધમાં ધણીવાર નવી નવી વિચિત્ર ઘટનાઓ પણ મળી આવે છે, અને તે ઘટનાઓની બ્યવસ્થાપૂર્વક જોડવણી કરવાનું કામ ધણું અગત્યનું છે. પક્ષીઓના સચાર સંબંધી તથ્યો એકઠાં કરનાર એક વૈજ્ઞાનિકને તે તથ્યો એકઠાં કરતાં જેટલો સમય લાગ્યો હતો તેના કરતાં વધુ સમય તેમનું પૃથક્કરણ કરીને, તેમને બ્યવસ્થાપૂર્વક જોડવવામાં લાગ્યો હતો. એ અને એના જેવા અનેક અન્વેષકોનાં દૃષ્ટાંત પ્રસિદ્ધ છે.

આ બ્યવસ્થાપૂર્વક વર્ગીકરણનું પ્રયોજન નિયમશોધનનું છે, અસંખ્ય ત્રુટક અને અસંખ્ય લાગતાં તથ્યોમાંથી એક નિયમ તારવવો એ ધણા શ્રમનું કાર્ય છે. કેટલાએક પ્રતિભાશાલી વૈજ્ઞાનિકો પોતાની કલ્પનાશક્તિ ઉપર આધાર રાખીને આ શ્રમ બચાવી લે છે. જડ અધિકારમાંથી જેમ બ્રહ્માના ચિંતનથી સૃષ્ટિનું સર્જન થયું ગણાય છે, તેવી જ રીતે ત્રુટક અસંખ્ય અને વિવિધ હકીકતોના અધિકારમાંથી વૈજ્ઞાનિકોને ચિંતનથી એ હકીકતો સમગ્રવનાર નિયમનું ધણીવાર ઓર્ચિતું સ્ફુરણ ચાય છે; આ સ્ફુરણમાં કલ્પનાશક્તિ ધણીવાર ઉપયોગી થઈ પડે છે. ન્યૂટનને ગુરુવાકર્ષણનો નિયમ આડપરથી સફરજનને પડતું જોવાથી સ્પુર્યો હતો એમ કહેવાય છે, ડાર્વિનને ઉત્કાન્તિવાદ માલ્યસના ‘અતિ-પ્રજનન’ એ વિષયના પુસ્તક ઉપરથી સ્પુર્યો હતો; શક્તિના સરકણનો નિયમ પણ એવર નામના દાકતરને વજરામાં દરદી-

ઓના અશુદ્ધ રક્તનો અસાધારણ લાલ રંગ જોવાને લીધે સ્કુરો દતો. (હિપ્પુ પ્રદેશોમાં લોહીનું ઝસમીકરણ + ઓક્રુ થાય છે, તેથી જોરાક ઓક્રા લેવાય છે; તેથી જોરાક અને બળના સંબંધ વિષે વિચાર સ્કુરો દતા.) તે છતાં આવા સ્કુરોમાં કે કેવળ કલ્પનામાં સાદૃશ્ય નથી; ત્રણે દૃષ્ટિમાં સ્કુરો મળ્યા પછી તેમની કલ્પનાને સિદ્ધ કરતાં એ દરેક અન્વેષકને પંદરથી વીસ વર્ષ લાગ્યાં હતાં, અને એટલા વર્ષના અંતે જ તેમણે પોતાના સિદ્ધાન્તો જાહેર કર્યા હતા. એમની કલ્પનાચકિતના કરતાં એમની મહેનત, અંત અને ધીરજ એ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં વધારે યાદગાર રહેશે.

### નિયમશોધન

કેવલ કલ્પનાચકિતથી પ્રાપ્ત કરેલા નિયમો ધણીવાર ખોટા પડે છે; અને ધણીવાર બધી મહેનત વ્યર્થ જાય છે. જુદાં જુદાં તથ્યોને ખોટા વર્ગમાં મૂકવાથી, તેમની વાસ્તવિક અગત્ય જુલાઈ જાય. અને તેથી પરિણામો પણ દોષિત થાય છે. માટે તથ્યો એકઠાં કર્યા પછી પણ તેમનું પૃથક્કરણ અને વર્ગીકરણ કરવાનું અને તેમાંથી વ્યવસ્થાનાં તત્ત્વો શોધવાનું કામ ધણી જ સંભાળ અને ચતુરાઈથી કરવાનું છે. તેમાં નકશા, પત્રકો, કોઠા, રેખાઓ,\* વગેરે હકિતઓના લાભ લેવાથી કામ સરળ થાય છે, નિયમિત અને અનિયમિત વર્તન સહેલાઈથી પારખી શકાય છે, અને તેથી બંનેને જોડ સમજીને તેમાંથી વધુ પ્રયોગ અને નિરીક્ષણની નવી દિશા અને નવાં ક્ષેત્ર શોધવાની તક મળે છે. રાસાયનવિદ્યામાં મેન્ડેલીફ નામના રશિયન વિદ્વાને બધાં રાસાયનિક તત્ત્વોને તેમના અણુવજનની સંખ્યા પ્રમાણે ગોઠવવાથી, અને તે પ્રમાણે એક કોષ્ટક તૈયાર કરવાથી રાસાયનિક અન્વેષણને ધણી રીતે ઉત્તેજન મળ્યું છે. કોષ્ટકમાં ખાલી રહેલી જગ્યાએ નવાં તત્ત્વો હોવાં જોઈએ એ વિચારથી તેની શોધ કરવાની પ્રવૃત્તિ થઈ અને સામગ્રી પણ મળી. વળી જૂનાં જાણીતાં તત્ત્વોનાં અણુભારાંકમાં

પ્રયોગાત્મક એક અથવા બહુ શોધવાનું નવું સાધન પ્રાપ્ત થયું.

તથ્યોની વ્યવસ્થા કરવાનું કામ ફક્ત બહારની જોડવણીમાં જ પૂરું થતું નથી. દરેક તથ્યને વ્યવસ્થાપૂર્વક જોડવામાં અને તેની પરીક્ષા કરવામાં તે વિષયના ખાસ સિદ્ધાંતોની જરૂર પડે છે. રાસાયણિકના હાથે પદાર્થના વાસ્તવિક સ્વરૂપની તપાસ કરવાને માટે પૃથક્કરણ કરવામાં આવે છે. તે કામથી શિદ્ધા અને પદ્યરની બારીક પતરી ધસીને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની જે જોવાનું કામ જુદા જ પ્રકારનું હોય છે, અને તેથી પ્રાણીવિજ્ઞાના અભ્યાસીઓનું પ્રાણીઓની અંદરની રચના જોવાનું કામ અથવા તે જાંતુસાંધીઓની કામ કરવાની યુક્તિઓ જુદા જ પ્રકારની હોય છે, તે છતાં વિજ્ઞાનની બધી શાખાઓના અભ્યાસની પ્રજ્ઞાલિકા એવટે એકસરખી જ હોય છે. દરેક ધટના સંબંધી સમજાનું જ્ઞાન મેળવ્યા પછી, ખરી ખોટી હકીકતો જુદી પાડ્યા પછી અને બધાં તથ્યોને એકઠાં કર્યાં પછી અથવા તે એકઠાં કરવાની ક્રિયામાં જ ઘણા પ્રકારના સંબંધો સ્પષ્ટ થાય છે, તેમની પૂર્વાવગામી વસ્તુસ્થિતિ સ્પષ્ટ થાય છે અને સાથેના કાર્યકારણના સંબંધની દિશાનું કાંઈક દેખાદર્શન થાય છે. તે ઉપરથી વ્યાપ્તિઓ પશુ સ્પુરી આવે છે. આ સ્પુરણો નેસર્ગિક શોધકબુદ્ધિ-વાળાઓને ફક્ત કલ્પના અને વિચારથી જ સ્પુરે છે; પરંતુ સાધારણ વૈજ્ઞાનિકને તે ઘણી મહેનત અને ચિંતનને જ પરિણામે પ્રાપ્ત થાય છે. પહેલા પ્રકારના સ્પુરણોનાં દર્ષાત ન્યૂટન અને ડાવિંન અને એયરનાં આપણે જોઈ ગયા. બીજા પ્રકારનાં સ્પુરણોનાં ખાસ દર્ષાત તે વૈજ્ઞાનિકોનાં કાર્યમાં રોજ મળે છે. સૂર્ય ઉપરના ઝાળનો સતત ત્રીસ વર્ષ અભ્યાસ કરનાર રૃષાણે ફક્ત એક જ વ્યાસિરૂપ નિયમ શોધી શક્યો હતો કે સૂર્ય ઉપર દેખાતા આ ઝાળ નિયમિત રીતે વધતા-ઘટતા દેખાય છે

x વધુ માટે જુઓ Tyndall, On the Scientific use of Imagination.

અને આ વધવટ-કાળ લગભગ દર દસ વર્ષે ફરીથી આવે છે. પરંતુ તેથી 'સ્વાબેનુ' કામ વ્યર્થ ગયું એમ કહી શકાય નહિ. તેના જેવા અસંખ્ય વિદ્યાનીઓ ફક્ત તથો ચોકસાઈથી એકઠાં કરીને રાખી મૂકે છે; આ તથોમાંથી કેન્દ્ર, ન્યૂટન કે 'હાવિ'ન જેવા કોઈ એક પ્રતિભા-શાલી વિચારકો જ વ્યાપ્તિમય નિયમોની શોધ કરી શકે છે. વર્ણનાત્મક વનસ્પતિશાસ્ત્ર, વર્ણનાત્મક જીવનવિદ્યા, વર્ણનાત્મક રસાયનવિદ્યા વગેરે અનેક વિદ્યાની શાખાઓના વર્ણનાત્મક વિભાગોમાં કેવલ તથોનો સમાવેશ હોય છે, પરંતુ તે વર્ણનાત્મક વિભાગમાંથી નવા નિયમો અને સિદ્ધાન્તો ફક્ત થાય ત્યારે ખરું વિજ્ઞાન ઉદ્ભવે છે. ટાઈકોબ્રાહી જેવા ખગોલવેતા બધાં તથો એકઠાં કરે ત્યાર પછી જ કેન્દ્ર જેવા વિચારકોને નિયમ-શોધનનું કામ સૂઝે અને ત્યાર પછી જ ન્યૂટન જેવા મહાવિદ્યાનીનું કામ સિદ્ધ થઈ શકે. તથ્ય શોધવાનું અને નિયમ શોધવાનું એ બે કામ બહુ જુદા જ પ્રકારનાં છે. એ વિષે લૉડ' કેપ્લીન બહુ બારે દેતા. તેઓ પહેલાં કામને "કુદરતનો ઇતિહાસ" અને બીજા કામને "કુદરતનું તત્વજ્ઞાન" એમ કહેતા. આ શબ્દો હવે વપરાતા નથી, પરંતુ તે ઉપરથી નિયમશોધનના કામની અગત્ય સમજાય છે.

### નિયમસિદ્ધિ

"નિયમશોધન" પછી વિદ્યાની પદ્ધતિનું ચોથું પદ "નિયમસિદ્ધિ" નું આવે છે. ન્યાયશાસ્ત્રના કે નીતિશાસ્ત્રના નિયમો કરતાં વિદ્યાના નિયમોની સિદ્ધિ વિવક્ષણ પ્રકારની હોય છે. પ્રયોગ કે નિરીક્ષણથી નિયમો સિદ્ધ થાય નહિ ત્યાંસુધી નિયમોને સિદ્ધાન્તનું રૂપ આપી શકાતું નથી. સત્યનો જ વિજય થાય છે, અને પ્રામાણિકતા જ વ્યાપારમાં ફતેહ આપે છે એ નિયમોના અપરાધ જોષને સાધારણ મનુષ્યની એ નિયમોમાં શ્રદ્ધા નષ્ટ થાય છે; પરંતુ વિદ્યાના સિદ્ધાન્તો સ્વીકારતાં પહેલાં તેમની એટલી સખ્ત કસોટી થાય છે કે પછી

થાય છે એમ સિદ્ધ થાય તો જ કાર્યકારણનો સંબંધ સિદ્ધ કરી શકાય, અને તે પણ ક્યારે અને કે પ્રયોગો કે નિરીક્ષણમાં ખીજ બધી પરિસ્થિતિ તદ્દન સરખી જ રાખવામાં આવી હોય. પ્રયોગની ખીજ બધી પરિસ્થિતિ સરખી જ રાખવી અને ફક્ત એક કારણ-રૂપ પરિસ્થિતિ બુદ્ધિ રાખીને તેને પ્રયોજકની ઈચ્છા પ્રમાણે નજીક કે દૂર કરી શકાય એવી વ્યવસ્થા કરવી બણી કઠિન છે. પણ તેવા નિર્ણાયક પ્રયોગો વિના વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો નિશ્ચિત થવા મુશ્કેલ છે.

### શીત જવરનું કારણશોધન

વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિનાં એકમે દર્શાવે આપવાથી આ વિષય જરા સરળ થશે. સાધારણ શીતજવર (ટાંદિયા તાવ) નું કારણ વર્ષો સુધી એરી હવા ગણાતું. બેજવાળા જમીનમાંથી એરી હવા નીકળે છે અને આ હવાથી ટાંદિઓ તાવ આવે છે એમ મનાતું. મેલેરિયા અંગ્રેજ શબ્દનો અર્થ જ એ કે “ખરાબ હવા”. અત્યારે આપણે જાણીએ છીએ કે મચ્છરથી આ રોગ થાય છે, પરંતુ તે સિદ્ધ થતાં પહેલાં વર્ષો સુધી ધણાએક વૈજ્ઞાનિકોને તે વિષે પ્રયાસ કરવો પડ્યો હતો. પહેલાં તો મેલેરિયા સંબંધી ખરી હકીકતો-તથ્યો-મેળવવાનું કામ કઠિન હતું. દાકતરો અમુક હવાથી તાવ જાય છે એ માનીને જ સંતોષ માનતા, આ તાવથી લોહીમાં શું ફેરફાર થાય છે તેનો અભ્યાસ જ નહોતો થયો : જંતુવિદ્યાની પ્રગતિ સાથે એમ નક્કી થયું કે મેલેરિયાના કેસમાં લોહીમાં અમુક જાતનાં પરોપજીવી જંતુઓ હમેશા દેખાય છે. તેમાં પણ ત્રણ જાતના મેલેરિયા તાવમાં જુદાં જુદાં જંતુઓ દેખાય છે. આ બધાં તથ્યોનું વર્ગીકરણ કરતાં એક પ્રકારનાં જંતુઓ અને મેલેરિયાનો સંબંધ જણાયો. પરંતુ કેવલ બહારના સંબંધથી અંતર્ગત ન જતાં આ વ્યાપ્તિસંબંધને નિર્ણાયક પ્રયોગથી સિદ્ધ કરવાની જરૂર હતી. આ જંતુઓનો નવો સમૂહ બનાવીને તેને તંદુરસ્ત મનુષ્યના શરીરમાં દાખલ કરતાં મેલેરિયા લાગુ પડતો જોવામાં

આવ્યો; તેથી મેલેરિયા તાવતું કારણ આ જંતુઓ છે એ તો નક્કી થયું. પરંતુ તેનો અને મચ્છરનો સંબંધ શું ? મેલેરિયાનાં જંતુઓ કેવી રીતે જીવે છે, મરે છે, જન્મે છે અને જન્મ આપે છે એ સર્વ હકીકતો મેળવતાં વર્ષો થયાં. આ કામ સર રોનલ્ડ રોસના હાથે કમકતામાં થયું હતું. તેમણે સિદ્ધ કર્યું કે આ જંતુઓ મચ્છરના શરીરમાં જ જીવી શકે છે; અને એક મનુષ્યને ચઢેલો મેલેરિયા ખીંગા મનુષ્યને આ મચ્છર મારફત ચઢી શકે છે. આ સિદ્ધ કરવાનું કાંઈ સહેલું નહોતું; કારણ કે મચ્છરની આસરે ત્રણસો જાત છે; પણ તેમાંથી અમુક જાત જ અને ખાસ કરીને “એનેફેલીસ” નામના ખૂંધવાળા મચ્છરો જ આ જંતુઓને નિભાવી શકે છે. આ જાતના મચ્છરો જીવ્યા પાડીને તેમાંથી જંતુઓનાં જીવન, વૃદ્ધિ અને મૃત્યુ સંબંધી સર્વ હકીકત મેળવતાં સર રોનલ્ડ રોસને ઘણાં વર્ષો લાગ્યાં. ત્યારપછી પણ મચ્છરો અને મેલેરિયાના સંબંધ વિષે નિર્ણાયક પ્રયોગો કરવા પડ્યા હતા. આ પ્રયોગોના અંતે નક્કી થયું કે સાધારણ તંદુરસ્ત માણસને મેલેરિયા લાગુ પડવાનો એક જ રસ્તો તેના લોહીમાં અમુક જાતના મચ્છરની મારફત આ રોગનાં જંતુ દાખલ થવાં જોઈએ છે; એટલે કે તે જાતના મચ્છરોનો નાશ કરવામાં આવે તો, આ જંતુઓ ખીંગા સાગ મનુષ્યોમાં દાખલ થઈને પોતાનું જીવનચક્ર પૂરું કરી શકે નહિ, અને મેલેરિયા રોગનો નાશ થઈ જાય. સાગ મનુષ્યને મેલેરિયાવાળા મચ્છર ઠરડવાથી તે રોગનાં જંતુ તેના લોહીમાં દાખલ થાય છે અને મચ્છરદાની વગેરે વડે આ મચ્છરોને દૂર શખવાથી શીતજ્વર લાગુ પડતો નથી એ પણ નિર્ણાયક પ્રયોગોથી સિદ્ધ થયું છે. કોઈદન એ આ શીતજ્વર માટે અનુભવસિદ્ધ દવા છે તેનું પણ વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણ થયું છે; આ દવાથી લોહીમાંના જંતુ ઉપર ચતી અસર નોંધવાથી આ દવા કેવળ અનુભવસિદ્ધ નહિ પણ વિજ્ઞાનસિદ્ધ ગણાય છે, કારણ કે તે રોગના મૂળ કારણરૂપ જંતુનો નાશ કરે છે એમ સૂક્ષ્મદ્રશ્યક મંત્ર વડે જોઈ શકાય છે.

આ પ્રમાણે કાર્યકારણ સંબંધ સ્થાપિત થવાથી મેલેરિયા દૂર કરવાનો સાધનો પણ જાણીતાં થયાં; અને હવે દરેક ગામમાં મેલેરિયા દૂર કરવાને મચ્છરોનો અને તેમને ઊછરવાને અનુકૂળ ખાખોચિયતિ નાશ કરવાનો, અથવા તો તેમાં ઘસતેલ નાખીને તેનાં ઈંડાને મારી નાખવાનો રિવાજ સ્થાપારણ્ય થઈ પડ્યો છે. દિંદુસ્તાનમાં દર વર્ષે લાખો માણસો આ રોગથી જ મરે છે, તેમાં કંઈ ઘટાડો થવાનો સંભવ હવે લાગે છે. મેલેરિયાની માફક પીળા તાવનું કારણ પણ અમુક જાતના મચ્છર છે એમ સિદ્ધ થયું છે અને તે થવા પછી પુનામાંની નહેરના પ્રદેશો, અને દક્ષિણ આફ્રિકાના કેટલાએક પ્રદેશો વસવાને લાયક થયા છે. આ લાભ કરતાં કાર્યપદ્ધતિની ચોકસાઈ વધારે અગત્યની છે; અને તે ઉપર 'ધ્યાન આપવાનું' છે.

### નિર્ણાયક પ્રયોગ

વિજ્ઞાનની પદ્ધતિમાં નિર્ણાયક પ્રયોગનું સ્થાન સચોટ દર્શાવનાર એક પ્રસંગ પાથરના જીવનમાં પ્રસિદ્ધ છે. એકવાર કૃત્રિમ રીતે શીતળા કદાબ્યા પછી બીજા વાર શીતળાને રોગ મનુષ્યને થતો નથી અથવા તો થાય ■ તો ધણા જ નરમ રૂપમાં થાય છે એ પ્રયોગોથી જેનરે સિદ્ધ થયું હતું. તેવા જ પ્રયોગો પાથરે "એન્ગ્રાક્સ"ના સંબંધમાં કર્યા હતા અને તેણે ખનાવેલી રસીનો ઉપયોગ કરવાથી આ રોગ થતો નથી અને થાય તો ધણા જ ઝીણા રૂપમાં થાય છે એવું પ્રતિપાદન થયું હતું. પરંતુ પાથરનો આ વિચાર કોઈએ કબૂલ રાખ્યો નહિ, અને જીવનવરના દાકતરો, અને ટોરોના અનુભવીઓએ તેના અભિપ્રાયને હસી કાઢ્યો; અને છાપાઓમાં તેના વિરુદ્ધ ઘણી ટીકા થઈ. બધું વાતાવરણ તેની પ્રતિકૂલ હતું, પરંતુ એવડે નિર્ણાયક પ્રયોગ કરવાની યત્ન લગાઈ અને પ્રાચીન સમયના શાસ્ત્રીયની માફક એક વિચ્છિન્ન-વિજ્ઞાન-ચોજવામાં આવ્યો. પચાસ થેટાં લેવામાં આવ્યાં; પચીસને એન્ગ્રાક્સના મૃત જંતુઓમાંથી ખના-

વેલી રસી મૂકવામાં આવી, બીજા પચીસને એમને એમ રહેવા દેવામાં આવ્યાં. થોડા દિવસ પછી આ બધાં ઘેટાંનિ સાથે એ'ગ્રાડસનાં જીવતાં જંતુઓની બહુ જલદ રસી મૂકવામાં આવી. પછી બધાં ઘેટાંનિ ભેગાં કરવામાં આવ્યાં અને મોટા દાકતરો, અનુભવીઓ, અને વૈજ્ઞાનિકોની કમિટીની દેખરેખ નીચે રાખવામાં આવ્યાં. ૧૮૮૧ ના જૂન માસની બીજી તારીખે આ પ્રયોગનું છેવટ આવવાનું હતું; તે દિવસનો ઉત્સાહ અને આનંદ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં ચિરસ્મરણીય રહેશે. જે પચીસ ઘેટાંનિ પહેલેથી રસી મૂકવામાં આવી નહોતી તે બધાં તે જ દિવસે અથવા રાત્રે એ'ગ્રાડસથી ભરી ગયાં-૫૨૦ બીજા પચીસ જેને પહેલેથી રસી મૂકેલી હતી, તે તદ્દન સાજાં રહ્યાં. આ સમાપ્તિપદમાં જે વખતે પાશ્વર દાખલ થયો તે વખતે તેને મળેલો તાળીઓનો આવકાર અપૂર્વ પ્રકારનો હતો. પાશ્વરે પોતાના પ્રયોગોની ચોકસાઈથી વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ અને વિજ્ઞાનની ઉપયોગિતા વિષે બધી શંકા દૂર કરી હતી. આજ પદ્ધતિનો ઉપયોગ પછીથી પાશ્વરે હડકવાના રોગ ઉપર કર્યો હતો, અને તેના આ અન્વેષણથી મનુષ્યના કષ્ટસાધ્ય રોગોમાંથી એક રોગ ઓછો થયો છે. પાશ્વરને નિશ્ચયિક પ્રયોગ ઉપર એટલી બધી શ્રદ્ધા હતી કે તે હમેશા તેના પ્રયોગની બે જોડ રાખતો, પણ તે કેટલાએક વેપારીઓ ખોટા હિસાબના ચોપડા રાખે છે તેવી દૃષ્ટિએ નહિ; અને પ્રયોગમાં પરિસ્થિતિ તદ્દન સરખી જ રાખીને નિશ્ચયિક કારણનો ભેદ રહે એટલો જ ફેર રાખી ખરું કારણ શોધવાને માટે જ.

ઉપરના વિવેચનથી વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો સ્વીકારાતા પહેલાં કેટલી સખત કસોટીમાંથી પસાર થાય છે તેનો ખ્યાલ આવશે. હકાકતો મેળવી, તેમાંથી તથ્ય છૂટા પાડી, તેમનું વર્ગીકરણ કરીને નિયમો મેળવવામાં આવે, અથવા તો કેવળ કલ્પનાથી નિયમો પ્રતિપાદન કરવામાં આવે, તેપણુ છેવટની કસોટીમાંથી છૂટવાને ધણું જ થોડા સિદ્ધાન્તો લાગ્યશાળી નીવડે છે. અમુક ધટના કે



અમુક સૃષ્ટિક્રિયાની સમજાવટી માટે નિયમરૂપ અમુક કૃત્રીયી બધી શકાના ઉત્તર મળે તો જ તાજું ખૂદી શકે; તે વિષયનાં બીજાં તથ્યોનો ખુલાસો મળે, બધાં તથ્યોની સાથે બધાંજેસતી થાય તો જ તે કૃત્રી સ્વીકારાય છે, અને નિયમનો આદર થાય છે, પરંતુ તેમાં કાંઈ પણ ત્રુટિ દેખાય તો તે કૃત્રી નાંખી દહને બીજી બનાવવી પડે છે. વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણના કારખાનામાં આવી નકામી પડેલી કૃત્રીઓ અસંખ્ય છે. આ સંબંધી અપ્રધાત અયોગશાસ્ત્રી ફ્રેડેરિકે કહ્યું હતું કે "વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકના મનમાંથી પસાર થતા અસંખ્ય વિચારો અને કલ્પનાઓમાંથી ફેટલા મોટા જામનો નાશ પોતાના હાથે જ પોતાની તીવ્ર વિવેચક ભુદ્ધિ અને સખ્ત રીકાને લીધે થાય છે તેનો ખ્યાલ સાધારણ મનુષ્યને આવી શકે જ નહિ." આ મનોવ્યથા વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકને ફેટલો ત્રાસ આપે છે એ કવિ હિમાલકર જોષીએ "ગાનસિંહ (એક વૈજ્ઞાનિકની આત્મકથા)" એ કાવ્યમાં સુંદર અને સચોટ રીતે વર્ણવ્યું છે. "વિજ્ઞાન અને રસવૃત્તિ" એ અંકરજીમાં એનો ઉલ્લેખ કરવામાં આવ્યો છે.



વૈજ્ઞાનિકોના જીવનનું ખરું રહસ્ય તેમની માનસિક વૃત્તિમાં છે. અને તેથી વિજ્ઞાનનું ખરું સ્વરૂપ પીછાંતવું હોય તો વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ બરાબર જાણવી જોઈએ. સાધારણ માનને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિનો સંરૂપક થયા વિના તેમાં વિજ્ઞાનના તત્વો ઉદ્ભવતા નથી; તેવી જ રીતે સાધારણ મનુષ્યની માનસિક વૃત્તિમાં ફેર થયા વિના તેનાથી વૈજ્ઞાનિક જીવનનો લાભ લઈ શકાતો નથી. ગીતામાં અનુને પ્રથમ પૂછ્યા છે કે યોગીઓ કેવી રીતે બેસે છે? કેવી રીતે ચાલે છે? કેવી રીતે વાતો કરે છે? કઈ બાપામાં બોલે છે? આવા જ પ્રશ્નો વૈજ્ઞાનિકો અને તેમની માનસિકવૃત્તિ વિશે પૂછવા યોગ્ય છે. વિજ્ઞાનના બકતોને પણ ગીતામાં વર્ણવેલા યોગીઓના કેટલાએક લક્ષણો સંમત છે: “નિઃસ્પૃહઃ” “નિર્મમો,” “નિરહંકારઃ”. તે ઉપરાંત સત્યપ્રેમ, સત્યનિષ્ઠા, સ્થિરશુદ્ધિ, અડગ નિશ્ચય, ધૈર્ય, મહેનત, તીક્ષ્ણ નિરીક્ષણ શુદ્ધિ વગેરે લક્ષણો પ્રાપ્ત કર્યા વિના ખરી વિજ્ઞાનભક્તિ અશક્ય જ છે. વિજ્ઞાને જગતને આપેલી નાનીમોટી શોધો બુલાર્થ જાય અથવા તો તેમનો નાશ થઈ જાય તો પણ વિજ્ઞાનના બકતોએ જે આદર્શ અને ધ્યેય જગતને આપ્યા છે, જે આત્મલોગ આપીને આદર્શભય જીવન ગાળ્યા છે અને મનુષ્ય જીવનને કેવલ ભૌતિક રીતે નહિ પણ માનસિક અને આધ્યાત્મિક રીતે પણ ઉન્નત કર્યું છે તે માનવજીવનના ઇતિહાસમાં બુલાય એમ નથી. વિજ્ઞાનનો દુરુપયોગ ધણી વખત થાય છે પણ તેથી વિજ્ઞાનના આદર્શની કે કાર્યની કિંમત યદતી નથી; નવલકથા, કાવ્ય, અને ચિત્રકળાનો પણ દુરુપયોગ ધણીવાર થાય છે. સમને બદલે ચતા દોંગ, અન્યાય અને બુદ્ધિમય, અને અનીતિનાં રૂપો લેવા દૂર જવું પડે તેમ નથી. તેવી જ રીતે વિજ્ઞાનની શોધનો દુરુપયોગ બુદ્ધિની કે બીજા કોઈ કામમાં થાય, તો તેમાં દોષ નથી વિજ્ઞાનનો, પરંતુ તે રાજનીતિનો કે સમાજવ્યવસ્થાનો વિજ્ઞાન

પોતાના ઉચ્ચ આદર્શોથી, પોતાના ભકતોના નિઃસ્પૃહી અન્વેષણોથી આ રાજનીતિ અને સમાજવ્યવસ્થાની અપૂર્ણતા અને દોષ' પદે પદે દર્શાવે છે. પરંતુ સ્વાથી' મુડીમાલેકો અને રાજપુરુષો જ્યાંમુઘી વિજ્ઞાનના સંયોગે સમજે નહિ ત્યાંમુઘી સમાજના દુઃખો અને પ્રજાઓનાં યુક્તો અટકવાનાં નથી. હજી પણ આ સ્વાથી' રાજનીતિને જગતમાંથી દૂર કરનારી કોઈ પણ સત્તાનું બળ જામવાનો સંભવ કોય તો તે વિજ્ઞાનની પૂનિત બાવનાઓમાં અને વિજ્ઞાનનાં અતિમ પ્રયોગોની વારતવિક્રતામાં જ છે. વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં જડવાદ ઉદ્ભા શતકમાં થોડો સમય પોતાનું સામ્રાજ્ય ચલાવી ગયો; પરંતુ જડવાદની અપૂર્ણતાઓ હવે સમજાતી જાય છે. વૈજ્ઞાનિકોના અંગત આધ્યાત્મિક જીવનના વિકાસની સાથે સમસ્ત વૈજ્ઞાનિક વિચારનો એક આધ્યાત્મબવાદ તરફ દળતો જાય છે. વિજ્ઞાનનાં પરાક્રમોની પરાકાષ્ટા જડવાદમાં જ સમાપ્ત થાય છે એ સમજણ બૂઝ ભરેલી છે; વિજ્ઞાનનું મૂલ્ય કરવું હોય તો વિજ્ઞાનસમસ્તની તુલના કરવી જોઈએ. વિજ્ઞાનનાં શુદ્ધ દેખાતાં તથ્યો કે સિદ્ધાન્તોમાં જ વિજ્ઞાન પૂરું થતું નથી; વિજ્ઞાનના બાહ્ય સ્વરૂપનું રહસ્ય વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ અને વિચારપ્રણાલિ-કામાં જ તેવી જ રીતે વિજ્ઞાનના આત્માનું રહસ્ય વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિમત્ત-વૈજ્ઞાનિકોના સ્વભાવની વિશેષતામાં અને તેમના વિચાર અને કામની અદ્વિત્ય શુદ્ધિમાં રહેલું છે.

### જિજ્ઞાસા

આ વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિનું પ્રથમ લક્ષણ જિજ્ઞાસા છે. આ જિજ્ઞાસા બીજાના ખાનગી પત્રો વાંચવાના જેવી કુલ્લક અને કુદ પ્રકારની નથી હોતી, પરંતુ નિઃસ્વાથી' અને પવિત્ર હોય છે. ખરી ખાતમી મેળવવી, સાધારણ હડીકતોમાંથી અસત્યનાં છોડાં જીદાં પાડી તથ્યની પ્રાપ્તિ કરવી એ કામમાં સત્યને માટે અનહદ પ્રીતિ વિલક્ષણ પ્રેરક બળ આપે છે. પ્રેમીઓની પિપાસા, દેશભક્તોની ધગશ, અથવા તો મુમુક્ષુઓની જિજ્ઞાસા એ સર્વેના કરતાં વૈજ્ઞાનિકોની તથ્યોને માટે

તૃષ્ણા\* વધારે નિઃસ્વાર્થી અને તેથી વધારે પવિત્ર હોય છે. ફરહાદ તેની શિરીનને શોધવાને માટે કુખરો તોડવાને તત્પર હતો; દેશલોકોનાં દેશના માન કે મુકિતને માટે માથું આપવાનાં દૃષ્ટાંતો દેશદેશના ઇતિહાસમાં મળી આવે છે; નચિકેતા જેવા મુમુક્ષુઓ મોક્ષની પ્રત્યક્ષ પ્રેરાઈ ચમરામ પાસે જતાં કરતા નથી-પરંતુ એમના સર્વ યત્નોમાં કંઈપણ લાભની આશા હોય છે. પણ વૈજ્ઞાનિક યત્નોમાં, ખાસ કરીને વિજ્ઞાનનાં તથ્યોની શોધમાં, કેવળ જ્ઞાનપ્રદિ સિવાય વૈજ્ઞાનિકોને કંઈ લાભ થતો નથી, અર્થ સાધવામાં, કેહં પાત્યામિ\* વા એનાં દૃષ્ટાંતો આરવાડના શુષ્ક પ્રદેશોમાંથી આવનારા, અને મુખ્યાર્થ અને કલકત્તા જેવાં શહેરોને ધ્રુમવનારા વ્યાપારીઓમાં મળી આવશે. પરંતુ છત્યં સાધવામાં, કેહં પાત્યામિ\* વા એવા નિઃસ્વાર્થી શોધકશુદ્ધિવાળા સત્યપ્રેમીઓ તો વૈજ્ઞાનિકો સિવાય અન્ય મળવા મુશ્કેલ છે. ઇંગ્રને અસુરોથી ખચાવવા ખાતર પોતાનાં અસ્થિ આપવામાં દૃષ્ટાંતો ઋષિને પૂજ્ય ગણાતા દેવોની આરા કારણભૂત હતી, પણ ધવલગિરિ કે ગૌરીશંકરના ઉચ્ચતમ શિખર ઉપર અથવા તો ઉત્તર કે દક્ષિણ ધ્રુવ સુધી પહોંચવા, અને ત્યાંના હવામાન વગેરે તથ્યો વિષે જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવામાં જિંદગીનું જોખમ હોવા છતાં પણ તેને માટે ફરી ફરી યત્ન કરનારા વૈજ્ઞાનિકોને આત્મભોગની સ્વયંપ્રેરિત ભાવના કારણભૂત હોય છે. કેટલાએક અંશે એમ કહી શકાય કે શિકારીઓની પેઠે નવું પરાક્રમ કરવાની ભૌતિક લાલસા એમને પ્રેરે છે. પરંતુ આ લાલસા શિકારીઓની કેવળ શિકારી અને હિંસક વૃત્તિથી ભિન્ન પ્રકારની હોય છે: કારણ કે આ પ્રયાસોને અંતિમ ઉદ્દેશ તો નવાં તથ્યો પ્રાપ્ત કરવાનો-તથ્યોની તૃષ્ણા છે. આ તૃષ્ણા પિનસ્વાર્થી હોવાને લીધે વિજ્ઞાનના ઉચ્ચ આશય અને પ્રગતિનું મુખ્ય સાધન બને છે.

જિજ્ઞાસા એ મનુષ્યસ્વભાવનું સાધારણ લક્ષણ છે. નાના

ખાળકર્મા પણ આ જિજ્ઞાસા સ્વાભાવિક હોય છે અને “આ શું છે”, “શા માટે”, “કેવી રીતે” એવા પ્રશ્નોથી ધણીવાર માતાપિતાને તેઓ પગલી મૂકે છે. ધણી વાર આળસુ અને અજ્ઞાન માતાપિતા તરફથી આ જિજ્ઞાસાને ઉત્તેજન ન મળવાથી તે દુઃખાઈ જાય છે, અને તેથી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણને આવશ્યક માનસિક શક્તિ ખીસવા પામતી જ નથી. વૈજ્ઞાનિકોનાં જીવનચરિત્રોમાં તેમના પાઠ્યકાળમાં ખીસવેલાં આ લક્ષણો વિષે ધણીવાર વાંચવામાં આવે છે. કસ્ટાકે મેક્સવેલ નામના પ્રતિભાશાલી બ્રાતિકશાસ્ત્રીની પાઠ્યાવસ્થામાં આ વિષે ખાસ ઉલ્લેખ છે; તેને સાધારણ ઉત્તરથી સંતોષ ન થતો અને દરેક પ્રશ્નને માટે ચોક્કસ ઉત્તર મેળવવા મથતો; “આનું કારણ શું” એટલાથી સંતોષ ન માનતાં “આનું ખાસ કારણ શું” એ પ્રશ્નથી વધારે માહિતી મેળવવા તે યત્ન કરતો. આ ઉત્કંઠા અને જિજ્ઞાસા વૈજ્ઞાનિકોના જીવનરસરૂપ છે. પરંતુ તે ખાળકોના પ્રશ્નોના જેવી ક્ષણજીવી અને ક્ષુદ્રક નથી હોતી સત્યશોધકના પવિત્ર આદર્શને લીધે આ જિજ્ઞાસામાંથી શુદ્ધ અને સાત્વિક માનસિક સ્થિતિ સધાય છે. તે સ્થિતિ પ્રાપ્ત કરવા માટે ચોક્કસાર્થ, ખારીક નિરીક્ષણની ટેવ, રપષ્ટતા વગેરે ગુણો પણ આવશ્યક ચર્ધ પડે છે.

### ચોક્કસાર્થ

કેવળ સત્યને માટેની જિજ્ઞાસા આ ગુણો વિના નિષ્ફળ જાય છે. તથ્યો એકલાં કરવાની હઝળ ધણીયે તીવ્ર હોય તો પણ તે ખારીક નિરીક્ષણ અને ચોક્કસાર્થથી પ્રાપ્ત કરવામાં ન આવ્યાં હોય અથવા તો તેમને રપષ્ટતાથી વર્ણવવામાં ન આવ્યાં હોય તો બધી મહેનત વ્યર્થ જાય છે. વિજ્ઞાનનો પાયો ચોક્કસાર્થથી પ્રાપ્ત કરેલાં તથ્યો ઉપર રચાયેલો હોય છે. તેથી તેમના નિર્ણયમાં કે વર્ણનમાં કાંઈ પણ ઠેકાણે અચોક્કસતા જણાય તો સર્વ કાર્ય દોષિત યાય છે અને તથ્ય દેવું પડે છે. આ ચોક્કસાર્થ જેટલી આવશ્યક છે તેટલી જ પ્રાપ્ત કરવી કઠિન છે. ધણાં ખાળકો પોતાના જમત અને સ્વપ્ના-

વસ્થાના અનુભવ વચ્ચેનો ભેદ સમજી શકતા નથી, અને સ્વપ્નને પણ સાચું માને છે, તેવી જ રીતે પ્રાચીન સમયના કેટલાએક-મુસાફરોએ પોતાના અનુભવનાં વર્ણન કરતી વખતે પોતે નજરે જોયેલી ખરી હકીકતો, ખીજા લોકોએ કહેલી વાતો, અને પોતાના માનસિક અભિપ્રાયો એકઠા કરી નાખ્યાં છે. આવી નોંધપોથીઓ વૈજ્ઞાનિક અ-વેષણુમાં નિરુપયોગી થઈ પડે છે. એક સાધારણુ પનાવની હકીકત તથા ચાર જુદાં જુદાં મનુષ્યો જુદી જ રીતે કહેશે. તેને ચોક્કસાઈથી અને પોતાના અંગત અભિપ્રાયથી રાખી સિવાય વર્ણન કરનારા ધણા ઝોઝા જ મળશે. પ્રયોગથી એમ સિદ્ધ થયું છે કે એક જ નાટ્યપ્રયોગનાં વર્ણનો પણ જુદા જુદા વિદ્યાર્થીઓ એકસરખી ચોક્કસાઈથી લખી શકતા નથી.

પરંતુ આ ચોક્કસાઈની ટેવ પ્રાપ્ત કર્યા વિના વૈજ્ઞાનિકોને આશે તેમ નથી. સર આઈઝેલ ફોર્સ્ટર નામના વિખ્યાત વૈજ્ઞાનિકના શબ્દોમાં કહીએ તો “સાધારણ” અનભિગ્ન અવૈજ્ઞાનિક મનુષ્યોને “લગભગ” “આશરે,” ચાલશે એવા શબ્દોથી ધણી વાર સંતોષ મળે છે. પરંતુ કુદરતને તેથી સંતોષ થતો નથી. બે વસ્તુઓમાં ચોખ્ખાપૂર અથવાતો ચોખ્ખાના સદસ્યશિ જોડેલો પણ ફેર હોય તો કુદરત તો તે બંને વસ્તુઓને જુદી જ ગણશે. સાધારણુ મનુષ્ય પોતાની દુનિયા-દારીની ટેવ પ્રમાણે વૈજ્ઞાનિક ક્રિયાઓમાં આ સૂક્ષ્મ ભેદ સમજ્યા-વગર કામ કરવાની ધૂષ્ટતા રાખે તો કુદરત તેને ક્ષમા આપવાની નથી. આ ઝીણા ભેદ જોઈ નહિ શકવાથી યાનનો માર્ગ દાયમાં આવેલો છતાં દેખી શકાતો નથી, અને કુદરતના ખગ્ગનાની આવી સમીપ હોવા છતાં તેનો સાલ લઈ શકાતો નથી. વરાળમાં જોવા યંત્રની પના-વટમાં આવી ચોખ્ખાપૂર પણ જૂલ કરવાથી કોઈવાર તે યંત્રની અને વાપરનાર મનુષ્યની પોતાની સહીસલ્લમતીનો પણ ભોગ આપવો પડે છે. આવી બારીકાઈ અને ચોક્કસાઈથી પનાવાતાં યંત્રો અને હથિ-યારો દરેક દેશની ઔદ્યોગિક સ્વતંત્રતાના પાયા રૂપ છે.

## -સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણની ટેવ

ચોક્કસાધના ગુણની સાથે ઝીણવટથી નિરીક્ષણ કરવાની ટેવ, નાની અને ખારીક હકીકતોની પણ નોંધ રાખીને તેનો ઉપયોગ અને તેનો અર્થ સમજવાની તત્પરતા એ વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવમાં હાજર રહે છે. આ ઝીણવટને ક્ષીધે જ ધણી અગત્યની શોધો થઈ શકી છે. તેના એકબે દૃષ્ટાંતો આપવા આવશ્યક છે. ધણી વર્ષો સુધી આપણી હવામાં નાઇટ્રોજન, ઓક્સીજન, કાર્બોનિક એસિડ ગેસ અને વરાળના અંશ સિવાય બીજાં કંઈ તત્ત્વો છે જ નહિ એમ મનાતું હતું. કેવન્ડીશ (૧૭૩૧—૧૮૧૦) નામના એક અંગ્રેજ રસાયણિક નિરીક્ષણ કર્યું હતું કે હવામાંથી ઉપર દર્શાવેલા વાયુઓ દૂર કર્યા પછી પણ જરા જેટલો (નાના પરપોટા જેવો) વાયુ રહી જતો હતો. સાધનોના અભાવને ક્ષીધે આ વાયુના ગુણ અને લક્ષણની તપાસ તે કરી શક્યો નહોતો, અને સો વર્ષ સુધી આ વાયુ વિષે કંઈ પણ વૈજ્ઞાનિક વધારે તપાસ કરી નહોતી. પરંતુ ૧૮૯૪ માં લોડે જેલેને હવામાંથી મેળવેલા નાઇટ્રોજનના વજનમાં સહેજ ફેર માત્રમ પડ્યો. આ વજનનો ભેદ ધણો જ થોડો અને ઝીણો હતો—એક ગ્રામના દશ હજારમા ભાગ જેટલો પણ ભાગ્યે હશે. આટલા નાના ફેરને પણ ધ્યાનમાં રાખવાથી, અને કેવન્ડીશના નિરીક્ષણને યાદ રાખવાથી તથા આ ભેદના કારણની તપાસ આજ રાખવાથી, હવામાં રહેલા બીજા વાયુરૂપ તત્ત્વોના સમૂહની શોધ થઈ. આ શોધમાં રંગપટવિદ્યાન ધણી ઉપયોગી થઈ પડી હતી; તેમાં પણ ચોક્કસાધ અને ઝીણવટથી કામ કરનારને આરગન, હીલિયમ, નિયોન, વગેરે નવાં તત્ત્વોની શોધ કરવાનો લાભ મળ્યો હતો. આ તત્ત્વોનું પ્રમાણ હવામાં ધણું જ થોડું છે. તે છતાં આ તત્ત્વોની શોધથી સૈદ્ધાંતિક રસાયણવિદ્યાના જ્ઞાનમાં જેટલીએક ખાડી રહેલી જગ્યા પૂરાઈ છે: અને એ તત્ત્વોના ગુણના અભ્યાસથી પૃથ્વી અને સૂર્યના સંબંધ વિષે, પૃથ્વીમાં રહેલા હિલિયમના

અંશો ઉપરથી પૃથ્વીની ઉંમર વિષે અને એવા બીજા અનેક વિષયો ઉપર પ્રકાશ પડ્યો છે.

ખનાવટી રંગ ખનાવવાના અર્વાચીન ઉદ્યોગની સ્થાપના આવા ખારીક નિરીક્ષણની રેવથી જ થઈ હતી. ઇ. સ. ૧૮૫૬ માં પટ્ટીન નામના એક ૧૭ વર્ષના યુવકને કોઈદિન ખનાવટાં અકસ્માત એક કાળો પદાર્થ જેવામાં આબે. તેને નાખી દેવાને બદલે તેનો વ્યવસ્થાપૂર્વક અભ્યાસ કરવાથી 'એનીલીન માવ' રંગની શોધ થઈ, અને એક નવા ઉદ્યોગની સ્થાપના થઈ. કાલસામાંથી બાળવા માટેનો ઝંસ ખનાવટાં અને શુદ્ધ કરતાં જે પદાર્થો મળી આવે છે તેમાંના નાખી દેવાતા કાલટારમાંથી આ ઉપયોગી પદાર્થ ખનાવટાં રંગ ખનાવવાના એક નવા દુનરની સ્થાપના થઈ છે. અર્વાચીન જગતમાં રંગની વિવિધતામાં અને અદ્યુતતામાં તેમજ રંગથી ખનના સૌન્દર્યમાનમાં વૈજ્ઞાનિકોનો હાથ સર્વત્ર દેખાય છે. એનીલીનની માફક એલીઝરીન રંગની ખનાવટાંમાં પણ બધી જ છીણવટ, ખારીકાઈ અને ચોકસાઈનો ઉપયોગ થયો છે; એમ કહેવાય છે કે એક પ્રયોગમાં ચર્મોમીટર તૂટી જવાથી અને તેમાંના પારો વાસણની અંદર પડવાથી, રાસાયનિક કાય' ઉત્તેજિત થયું હતું; અને મહિનાઓની મહેનતને બદલે એક જ અકસ્માતથી આ રંગ ખનાવવાનું કાય' સહેલાઈથી સંપૂર્ણ થયું હતું. આમ અકસ્માતથી કોઈ વખતે વૈજ્ઞાનિકેનું કાય' મુલમ ચાય છે, પણ તેનો લાભ ખારીકાઈથી નિરીક્ષણ કરનારને જ મળે છે.

એવો જ દાખલો પેનીસીલીન નામની નવી દવાની શોધ વિષે આપ્યો છે. ૧૯૨૮માં ડ્રોફેસર ફ્લેમીંગ લંડનમાં જુદી જુદી જાતનાં સૂક્ષ્મ જંતુ\* વિષે પ્રયોગ કરતા હતા: તેમાંના એક પ્રયોગમાં તેવાર કરેલી બધી સામગ્રી બહારની કોઈ વસ્તુને લીધે ખરાબ થયેલી જણાઈ. અને વાદળી અને લીલા વચ્ચેના રંગની ઉમત વધતી જેવામાં આવી. હવે



ખીન ડાઘ પ્રયોગીએ આવી ઘટના જોઈને તે રક્ષાથી ફેંકી દીધી હોત અને તે વાત બૂલી જત. પરંતુ ગ્રોફેસર અનુભવી અને સૂક્ષ્મ નિરીક્ષક હોવાને લીધે તેમણે વધારે ગ્રીણવટથી જોયું અને શોધી કાઢ્યું કે આ ઉખને લીધે મુખ્ય જંતુઓનો નાશ થયો હતો. વધારે શોધ કરતાં જણાયું કે આ 'ઉખ'ના શુવનમાં એવી એક રાસાયનિક વસ્તુ નીકળતી હતી કે જેનાથી અમુક રોગોના સૂક્ષ્મજંતુઓનો સહંતર નાશ થયો હતો. આ પ્રમાણે વધુ સંશોધન કરતાં ન્યુમોનિયામાં ફેફસાના કે મગજના સોજાના રોગોમાં અને ખીન કેટલાએક રોગોમાં તે રામબાણ અસર કરે છે એ પુરવાર થયું. આ અકસીર દવાની શોધ તે સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણનું જ ફલ છે.

સ્પષ્ટતા

સત્યના વારતવિક રાજની પ્રાપ્તિને માટે વૈજ્ઞાનિકોને વિચાર તેમ જ વર્ણનની સ્પષ્ટતાનો અણુ કેળવવો પડે છે. ચોક્કસાઈ અને સ્પષ્ટતા બે જોડકી બેનેતી બાફક સાથે જ અવતરે છે, પરંતુ કેટલીએક વખત ચોક્કસાઈની શોધમાં સ્પષ્ટતા શુભાષ જાય છે. તે છતાં વૈજ્ઞાનિકોનો સ્પષ્ટતા માટે એટલો બધો આગ્રહ હોય છે અને સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરવાને તેઓ એટલા સતત અને અથાગ પ્રયાન કરે છે કે તેમને અસ્પષ્ટ વર્ણન કે વિચારને માટે ક્ષમા આપવી અશક્ય થઈ પડે છે. હજુંદરની આંખનું બંધારણ અને તેના મથિજની રચના જ એવી અપૂર્ણ હોય છે કે તેના દ્રષ્ટિપટ પર સ્પષ્ટ કિરણો પડવાં જ અશક્ય હોય છે; ધણા મનુષ્યનો સ્વભાવ પણ આવો જ હોય છે અને તેમના વિચાર કે વાર્તાલાપમાં સ્પષ્ટતા ભાગ્યે જ જોવામાં આવે છે. તેઓ હજુંદરની પેઠે કેટલીએક વસ્તુઓ સ્પષ્ટતાથી જોઈ શકે છે પરંતુ તે સિવાયની વસ્તુઓને તો અંધી જ દેખે છે. આ માનસિક અપૂર્ણતા દૂર કરવાને વૈજ્ઞાનિકો હમેશા મથે છે, અને વધતામાં વધતી સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરવાને યત્ન કરે છે.

ચોકસાઈ વિના સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત થવી મુશ્કેલ છે. ચોકસાઈની કિંમત થતાં જ વિચાર અને વર્ણનની સ્પષ્ટતા આવી મળે છે. વિચારદર્શનમાં કે વસ્તુઓના વર્ણનમાં જોઈતી ચોકસાઈની જરૂર છે તેટલી જ જરૂર સ્પષ્ટતાની છે. જગતમાં જાણવાનું એટલું બહુ છે કે કોઈ વિષયથી અજ્ઞાન રહેવાને માટે આપણે શરમાવું જોઈએ નહિ, પરંતુ એકવાર એક વિષય અથવા તો એક વસ્તુ સંબંધી જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવામાં આવે તો પછી તે જ્ઞાન સ્પષ્ટ અને ચોક્કસ હોવું જ જોઈએ, કારણ કે તે સવાય જ્ઞાન અને અજ્ઞાન વચ્ચે અંતર રહેતું નથી. વૈજ્ઞાનિક નિરીક્ષણ કરનારને કોઈપણ વસ્તુ અથવા ક્રિયા સંબંધી ખાતમી મેળવતી વખતે એટલી બધી સંપૂર્ણ વિગતો પ્રાપ્ત થાય છે કે તે પછી તે સંબંધી સ્પષ્ટ, સંપૂર્ણ અને ચોક્કસ વર્ણન કરતાં તેને અડચણ પડતી નથી. કોઈપણ વસ્તુ અથવા વિચારનું આપણા મનમાં લાંબા વખત સુધી મનન કરવાથી, તેને ઉપર નીચે, અંદર બહાર, ચારે તરફ વારંવારથી તપાસવાથી તે સંબંધી આપણું જ્ઞાન એટલું બહુ સ્પષ્ટ થાય છે કે તે વસ્તુને સગભગ પારદર્શક કહી શકીએ. વનસ્પતિશાસ્ત્રી વૃક્ષનો અભ્યાસ કરતી વખતે તેની છાત્રની રચના, અંદરનું લાકડું અને તેના નરમ અને નરુર વિભાગ દરેકને પોતાના વાર્તાવિક રચાને કદી શકે છે; તેમાં પાણી અને ક્ષારની જાતી ગતિ જોઈ શકે છે અને ખાંડ અને પ્રોટીડવાળાં પ્રવાહીની જમીન તરફની નીચી ગતિ પણ જોઈ શકે છે. એક નાની ગોઠળગાય અથવા વાંદાને બહારથી જોવાથી જીવવિજ્ઞાના અભ્યાસીને તેની અંદરની રચના-તેનું ધબકતું હૃદય, તેનું પેટ, તેનું ગતિમાન રક્ત અને તેના જ્ઞાનતંત્રો અને મજ્જાતંત્રો પગેરેનું જ્ઞાન તાદૃશ થાય છે. નવા નવા રંગ બનાવવાના કામમાં યુવાપેશો રસાયનશાસ્ત્રી તેની સમક્ષ રહેલા કાચના વાસણમાં મૂકેલા રંગ ને એની અંદરની

રચનાનો અને તેમાં જુદા જુદા પ્રકારના અણુઓ, પરમાણુઓ અને તેમની પરસ્પર સ્થિતિ વિષેનો તાદૃશ ચિતાર પોતાની આંખ સન્મુખ લાવી શકે છે. શરીરરચનાશાસ્ત્રીના મનમાં મનુષ્યના શરીરની રચનાનો તાદૃશ ચિતાર હમેશા તૈયાર રહે છે; અને નિપુણ ભૂગોળશાસ્ત્રી આખી પૃથ્વીનું સ્પષ્ટ માનસિક ચિત્ર તૈયાર રાખ્યા સિવાય બહુ આગળ વધી શકતો નથી. આથી જોઈ જૂમિકા ઉપર ફક્ત શબ્દ અને દૃષ્ટિની સ્પષ્ટતા નહિ પણ વિચાર માત્રની સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરવાને વૈજ્ઞાનિકો મથે છે. સૃષ્ટિની ક્રિયાઓની સ્પષ્ટ સમજાવતી આખી શકે તેવું ચિત્ર તૈયાર કરવું એ વિજ્ઞાનનું મુખ્ય કાર્ય છે, અને તેમાં સ્પષ્ટતાની ડગલે ડગલે જરૂર પડે છે.

આવા સ્પષ્ટ વર્ણનથી વિજ્ઞાનના કાર્યમાં ધણો લાભ મળે છે, કારણ કે આપણી બૂલો અને આમીઓનું પણ સ્પષ્ટ વર્ણન થઈ ન શકે ત્યાં સુધી તે દોષમાંથી મુક્ત થવાના પ્રયત્નો નિષ્ફળ જાય છે. જ્યાં સુધી આવી ચોકસાઈ અને સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરી શકાય નહિ ત્યાં સુધી આપણી બૂલ પણ પકડી શકાય નહિ; તેથી સ્પષ્ટવક્ત્રા છુટી મનેત્ત એ સાદા વ્યાવહારિક સૂત્રમાં વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ જોડું રહસ્ય સમાયેલું છે. સ્પષ્ટવચન એટલે આપણી લાગણીઓને છૂટથી દર્શાવવાનું બહાનું જેમ સમજવાનું નથી. મનુષ્યના ઉચ્ચમાં ઉચ્ચ વિચારો સ્પષ્ટતાથી અને બીજાથી સમજી શકાય તેવા રૂપમાં વર્ણવવા એ કામ સહેલું નથી; જિલ્ડું જેમ વિજ્ઞાનનો પ્રદેશ ઉચ્ચતર વિસ્તરતો જાય છે તેમ તેમ આ કાર્ય વધારે ને વધારે કઠિન થતું જાય છે. માનસશાસ્ત્ર અને અધ્યાત્મવિજ્ઞાનનાં તથ્યો પણ વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિથી તપાસી શકાય તે પહેલાં તેમાં સ્પષ્ટતા અને ચોકસાઈ પ્રાપ્ત થવાં જોઈએ. જૂતની ધટનાનો અભ્યાસ થઈ શકે તે પહેલાં જૂતનું ચોક્કસ અને સ્પષ્ટ વર્ણન, બીજાથી ખાતરી થઈ શકે તેવા રૂપમાં, મળવું જોઈએ.

આપણી સ્પષ્ટતા તો આ વૈજ્ઞાનિક સ્પષ્ટતાનું એક પ્રાણરૂપ છે,

તેમ છતાં તેને માટે પણ લૉડ કેલીન જેવા અવીશ્ય ભૌતિકશાસ્ત્રીને ખાસ આગ્રહ હતો. તેમના વિષે તેમના જીવનચરિત્રકાર પ્રો. થોમ્સને લખ્યું છે કે “ભાષાની અસ્પષ્ટતા અથવા વાક્યરચનાના દોષને સીધે ગેરસમજાતી આપ તેની ચેત્રી તરફ તેમને ખરો જ તિરસ્કાર હતો. તેમનું નિરૂપણ સ્પષ્ટ રહે તેને માટે તેઓ ઘણી જ મહેનત લઈને યત્ન કરતા; સાધારણ મનુષ્યો સમજી પસંદગીમાં ઘણીવાર ઓર્થોગ્રાફી જાળવે છે, પરંતુ તેઓ તે ભાષાના ગૌરવ અને અર્થની સ્પષ્ટતા જાળવવાને હમેશા અધિક પ્રયત્ન કરવાનું ચૂકતા નહિ.”

ધૈર્ય અને ખર્ચ

વૈજ્ઞાનિકોના સ્વભાવમાં ધૈર્ય અને ખર્ચ એ કેટલાં આવશ્યક છે એ તેમનાં જીવનચરિત્રોમાંથી સમજી શકાય છે. ન્યૂટનને ગુરુવાકર્ષણના નિયમો શોધતાં અને સિદ્ધ કરતાં ૨૨ વર્ષ લાગ્યાં હતાં અને સંપૂર્ણ રીતે સિદ્ધ થયા પછી પણ તેણે તે નિયમો પ્રસિદ્ધ કરવાની ઉતાવળ કરી ન હતી. હાવેંએ રક્તપરિક્રમણની ઘટના પોતે પૂરી સમજ્યા પછી ૨૦ વર્ષ વધુ શ્રમિતી અને અમાણુની શોધમાં ગાળ્યાં; તેના વિરોધીઓની શંકાનું સમાધાન કરવા માટે મુક્તિપૂર્ક પ્રયોગો યોજવામાં તેણે બીજા આઠ વર્ષ ગાળ્યાં, અને એકંદર અઠ્ઠાવીસ વર્ષ સુધી આ વિષય ઉપર સતત કામ કર્યા પછી જ તે વિષે પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું. આ મહેનત અને ચોકસાઈનું ફળ તેને તરત જ મળ્યું; હાવેંના જીવતાં જ તેની શોધ આખા યુરોપના વિદ્વાનોએ સ્વીકારી, ડાર્વિનનો ઉત્કર્ષનિવાદ એ કવિની કે ચિત્રકારની હજોદ્દભરી કલ્પના નહોતી; પરંતુ ૨૨ વર્ષનાં સતત મહેનત, વિચાર, પ્રયોગ અને નિરીક્ષણનું પરિણામ હતું. એટલે વર્ષે પણ પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરવાની ઉતાવળ ડાર્વિનના મિત્રોના આગ્રહથી જ ચર્ચા હતી; તે પ્રથમતા કે પ્રસિદ્ધિની આકાંક્ષા ડાર્વિનને નહોતી. યંત્રવિદ્યાના પિતારૂપ, વશગયંત્રના શોધક

વૉટને પણ વરાળચંત્રની શોધને પરિપૂર્ણ કરતાં ૨૦ વર્ષ કરતાં વધારે સમય લાગ્યો હતો. વિરફોટ્ટની દવાનો શોધક ૬૦૫ નિષ્ફલ પ્રયોગ કર્યા પછી ૬૦૬ માં પ્રયોગમાં જ સફલતા પ્રાપ્ત કરી શક્યો હતો. અને તેથી એ દવાનું નામ ૬૦૬ અપાયું છે. તાર, અને તાર વગર સદૃશા મોકલવાની કળાની શોધ, લૉડ' કેન્સીનની દરિયાઇ મુસાફરીના સાધનોની શોધો, એડીસનની આમોફેન, વીજળીના લેમ્પ, અને સિને-મેટામાફ વગેરે અને બીજી અનેક શોધો સતત મહેનત અને ઉદ્યોગથી પ્રાપ્ત થઈ છે. ધણુ ખર્ચ આ શોધોને આર્થિક લાભ વૈજ્ઞાનિક કાર્ય કરનારને મળતો નથી, તે છતાં પણ તેઓ દુનિયા અને કળાની સાથે શુદ્ધ વિજ્ઞાનનો સંબંધ નિરપૂર્ણ રીતે રાખે છે. શુદ્ધ વિજ્ઞાનની ભક્તિ છોડીને વૈજ્ઞાનિક ઉદ્યોગો અને કલાની ઉપાસના કરનારને લક્ષ્મીનો લાભ થાય છે ખરો, પરંતુ તે માટે પણ માનસિક અને શારીરિક શક્તિ ઓછી નથી જોઈતી.

### નિઃસ્પૃહી જીવન

વૈજ્ઞાનિકોનાં નિરવાર્થી જીવનનાં દૃષ્ટાંતો અનેક છે. તેમાં પણ પ્રાચીન હિન્દના ઋષિઓની માફક પોતાનું સર્વસ્વ વિજ્ઞાનની ભક્તિમાં અર્પણ કરનાર સર જગદીશચંદ્ર બોસનું નામ અમર રહેશે પોતાના વિષયમાં કીર્તિ અને યશ સંપાદન કર્યા પછી પોતાનું મકાન અને મિલકત તે જ વિષયના અભ્યાસને માટે સમર્પણ કરનાર એ વીર વૈજ્ઞાનિકે એકવાર નહિ પણ અનેકવાર તેમની નાની વયમાં પણ લક્ષ્મીદેવીનો અનાદર કર્યો છે. એમના જીવનકાર્યમાં એમની વિચક્ષણ કલ્પનાશક્તિ ઉપરાંત નવાં ખારીક અને ક્રીશ્ચી યુક્તિવાળાં યંત્રો બનાવવાની તેમની અદ્વિતીય શક્તિ ધણી ઉપયોગી છે. તેથી એમના નાજુક યંત્રો બનાવવાના અને વેચવાના હકમાંથી ધણું દ્રવ્ય મેળવી શકે તેમ હતું. પણ એ રીતે વિદ્યા વેચીને લક્ષ્મીની પૂજા કરવાની તેમણે ના પાડેલી.

તાર વિનાના સંદેશો મોકલવાની યુક્તિમાં તેમણે બનાવેલા એક યંત્ર કાઢીરરની શોધમાંથી જ તેમને અપૂર્વ લાભ મેળવવાનો પ્રસંગ હતો. પરંતુ તેમણે દુર્વાસામુનિની પેઠે, પણ તેમના જેવો ક્રોધ કર્યા વિના, શુદ્ધ વિજ્ઞાન-ભક્તિના આદર્શથી લક્ષ્મીને લાત મારી હતી. પાશ્ચાત્ય દેશોમાં પણ જડવાદના કહેવાતા સામ્રાજ્ય છતાં આવા નિઃસ્વાર્થી જીવનનાં દૃષ્ટાંતો મળી આવે છે. ધણાએ વૈજ્ઞાનિકો પૈસા મળે તેના ઉદ્યોગો છોડીને ઓછા પમારે શુદ્ધ વિજ્ઞાનનું કામ કરે છે. ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવના મધ્યખિંદુએ પ્રથમ પહોંચવાની ઇચ્છાથી, અથવા તો હિમાલયના ઉચ્ચતમ શિખર પર ચઢવાની ઇચ્છાથી પોતાની જિંદગીનો પણ ભોગ આપનાર વીર વૈજ્ઞાનિકો ધનની લાલસાથી પ્રેરાતા નથી, પરંતુ કેવળ સત્યશોધકની જિજ્ઞાસાવૃત્તિથી એવા જોખમ ભરેલાં કાર્યો તરફ દોરાય છે. બેહદ જોખમ ખેડીને માત્ર કરેલું ધન અને સંપત્તિ જનકલ્યાણના જ કામમાં વાપરનાર મનુષ્યો જવલ્લે જ જોવામાં આવે છે, પણ એવા વૈજ્ઞાનિકો મળી આવે છે. દારૂગોળા બનાવવામાં અને ખીજા હુન્નરમાં પ્રીણતા મેળવીને દા. નોબેલ નામના સ્વીડ રાસાયનિકે પોતે સંપાદન કરેલી બધી સંપત્તિ નોબેલ પ્રાઇઝની સ્થાપનામાં અર્પણ કરી છે. તેમાંથી દર વર્ષે લગભગ બે લાખ રૂપિયાનાં ઈનામો દેશ કે રંગના બેદ વિના અપાય છે. રેડિયમને રોગના ઉપચારમાં વાપરવાને માટે પ્રયોગ કરતાં મૃત્યુને શરણુ થતાં દાકતરોનાં નામ છાપડામાં ધણીવાર વાંચવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે નિઃસ્વાર્થી જીવનનાં દૃષ્ટાંતો અનેક મળી આવે છે. બધા વિજ્ઞાનીઓ નિઃસ્વાર્થી હોય એમ કહી શકાય નહિ. સત્યશોધનમાં નિઃસ્વાર્થી જીવન ગાળીને જરૂર પડે સર્વસ્વનું સમર્પણ કરવું એ તેમનો ઉચ્ચતમ અભિલાષ હોય છે; અને આ અભિલાષ વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ, અને વિજ્ઞાનનું ખ્યેય એ સર્વથી સંઘટિત અને તીવ્રતર થાય છે.

નમ્રતા

વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવનું એક લક્ષણ નમ્રતા છે. સાધારણ વૈજ્ઞાનિક

પ્રતિભા અને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિમાં જ આ નમ્રતા વ્યક્ત થાય છે; એટલું જ નહિ પણ સાચા વૈજ્ઞાનિકોના ખાનગી જીવનમાં પણ નમ્રતા પદે પદે તેમના જીવનને પ્રુનિત કરે છે. વૈજ્ઞાનિક પરિણામે દર્શાવવામાં આવ્યાનતાની ટેવથી, અને પોતાના અગત વિચારોથી અકલુષિત સિદ્ધાન્તોનો નિષ્કર્ષ કરવાની ટેવને લીધે જ તેમના અભિપ્રાયો અને તેમનું જીવન નમ્ર થઈ જાય છે. વિજ્ઞાનની શોધોનો દુરુપયોગ કરનારા સ્વાર્થી પુરુષોના જીવન કરતાં વૈજ્ઞાનિકોનું જીવન જીવદા જ પ્રકારનું હોય છે. જેમ આડની ડાળો પક્ષ અને સરસ ફોળોથી નીચી લચી પડે છે તેમ સુચ વૈજ્ઞાનિકોનો સ્વભાવ પણ તેમના પક્ષ અનુભવ અને વિશાળ જ્ઞાનથી નમ્ર થાય છે. આ નમ્રતાનાં થોડાં દૃષ્ટાંતો વિચારવા યોગ્ય છે.

ન્યૂટનનું નામ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં અનેક રીતે ઉજ્જવળ છે; ધન કીર્તિ અને જ્ઞાન એ સર્વ તે સંપાદન કરી ચક્રો દતો. ને તે છતાં પણ તેના મૃત્યુ પહેલાં થોડા સમય પહેલાંનાં વાક્યોમાં સમાયેલી નમ્રતા આદરાર રહી જશે. “ જગતના લોકો મારે વિષે શું ધારે છે તે હું જાણતો નથી, પણ મારા મનથી તો હું સમુદ્રના કિનારા પર રમતા નાના બાળક જેવો લાગું છું. એક સુંદર લાગતી છીપ અથવા તો લીસો ધસાયેલો પથ્થરનો ટુકડો કોઈ વખત મળે તે તેથી આનંદ અને સંતોષ પામું છું. પરંતુ મારી સાથે રમી રહેલા સત્યના સાગરને જરા પણ સ્પર્શવાને અશક્ત છું.”

લૅડ' કેપ્લીન પણ સાધારણ સ્થિતિમાંથી વિજ્ઞાનની ભક્તિમાં ઉચ્ચ સ્થાન પ્રાપ્ત કરી ચક્રો દતો; તેના જીવતાં જ આખા યુરોપમાં તે અગ્રગણ્ય, ભૌતિકશાસ્ત્રી અને પ્રતિભાશાળી વૈજ્ઞાનિક ગણાયો હતો. તેના આચાર્યપદનાં પચાસ વર્ષની જયુબિલીના ઉત્સવ

\*મવન્તિ નમ્રાસ્તરવઃ ફલોદ્ગમૈ—

નૈવામ્બુમિર્મૂરિ વિલમ્બિનો ધનાઃ । વગેરે.

વખતે પૃથ્વી ઉપરના દરેક દેશમાંથી પ્રખ્યાત પુરુષો ભેગા થયા હતા, તે સમયે તેને અપાયલા અભિનંદનનો ઉત્તર આપતાં તેણે ન્યૂટનના કરતાં વધારે અસરકારક રીતે વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવની નમ્રતા દર્શાવી હતી; અને શ્રોતાજનને આશ્ચર્યચકિત કરી નાખ્યા હતા. “છેલ્લા પંચાવન વર્ષમાં વિજ્ઞાનની વૃદ્ધિ માટે મેં ધણુ જ ભગીરથ પ્રયત્નો કર્યા છે. તે સધળાને એક જ શબ્દમાં વર્ણવી શકાય; અને તે શબ્દ “નિષ્ફળતા” છે. આજથી પચાસ વર્ષ પહેલાં અધ્યાપક તરીકે ભૌતિકવિજ્ઞાના વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મેં ચારું પહેલું ભાષણ આપ્યું ત્યારે વિદ્યુત અને સુખકબળ વિષે અથવા તો વિદ્યુત, સ્પર્શદ્રવ્ય, અને ઇથરના સંબંધક વિષે અથવા તો રાસાયનિક આકર્ષણ વિષે જેટલું જાણુતો હતો તેના કરતાં વધારે હું અત્યારે જાણુતો નથી.”

ડાવિન પોતાના વિષેનો અભિપ્રાય પણ આવી જ નમ્રતા, સત્યપ્રીતિ, સરળતા અને સ્પષ્ટતાથી દર્શાવે છે: “મને વૈજ્ઞાનિક તરીકે મળેલી કાંઈક સફળતા હું, ‘ધારું’ છું ત્યાં સુધી મારી વિશ્લેષણ માનસિક સ્થિતિ અને કેટલાએક ગુણોને આભારી છે. તેમાંથી સર્વથી અગત્યના, (૧) વિજ્ઞાન પ્રત્યે પ્રેમ, (૨) દરેક વિષય ઉપર બહુ વિચાર કરવાનું નિઃસીમ ધૈર્ય, (૩) તથ્યનું નિરીક્ષણ અને સંગ્રહ કરવામાં ખંત અને ઉદ્યોગ, (૪) થોડીએક શોધકબુદ્ધિ અને બીજી સાધારણ અછલ, એ છે. મારામાં જે સાધારણ ગુણો છે તે જોતાં મને આશ્ચર્ય થાય છે કે હું કેટલાએક અગત્યના વિષયો ઉપર

\* આજુ, પરમાણુ અને વીજળી એ ભૌતિકશાસ્ત્રના પાયારૂપ સાંકેતિક શબ્દો અને દ્રવ્ય, ઈથર અને શક્તિનો સંબંધ સમજવાને માટે લૉર્ડ કેલ્વીને ધણુ પ્રયાસ કર્યા હતા. આ બધા સાંકેતિક શબ્દો બોધ કરીને ઈથર અને દ્રવ્ય અથવા દ્રવ્ય અને શક્તિ એ બે જ સંકેતોથી બધી વૈજ્ઞાનિક ઘટના સમજાવવાનો તેનો મુખ્ય હેતુ હતો. પરંતુ કેલ્વીનના મૃત્યુ પછી સર જે. થોમ્સનના પ્રયોગોથી દ્રવ્ય અને શક્તિનો સંબંધ વધારે સ્પષ્ટતાથી સમજાયો છે, અને આઈન્સ્ટાઈનના વિચારોથી ઈથરથી કલ્પના અનાવરણ બહુઈ છે. જુઓ પ્રકરણ ૬ મું.



વૈજ્ઞાનિકોના વિચાર બદલાવી શક્યો છું.” અર્વાચીન વિચાર માત્રમાં ઉત્ક્રાન્તિવાદની સ્થાપના કરનાર આ મહાન નિરીક્ષક અને વિચારકના કેટલાં સાદાં વચનો! તેમાં કેટલી નમ્રતા રહેલી છે! એક સમયે હાર્વિનને મળવા માટે અંગ્રેજ પ્રધાન ગ્લેડસ્ટન ખીજા મિત્રો સાથે ગયા હતા; તે વખતે તત્કાલીન વિષયો ઉપર ગ્લેડસ્ટનું વિવેચન હાર્વિને ધૈર્યથી સંભળ્યું, અને આવો મહાપુરુષ પોતાને મળવા આવે તેને માટે આનંદ અને સંતોષના ઉદ્ગાર તેમના ગયા પછી ખીજા મિત્રોને કહ્યા. તેથી ઉલટું ગ્લેડસ્ટનનો જીવનચરિત્રકાર લૉડ મોરલી જણાવે છે કે ગ્લેડસ્ટનની નોંધપોથીમાં હાર્વિનનું નામ પણ નથી! વિદ્વાનો અને વિચારકોની કિંમત રાજપુરુષોના હાથે કેટલી થાય છે એ સુપ્રસિદ્ધ છે.

પાશ્વર પણ નમ્રતાના આદર્શરૂપ એક ખીજો પ્રતિભાશાલી વૈજ્ઞાનિક હતો. તેના વૈજ્ઞાનિક કાર્યની વિવિધતા અને અજબ પ્રતિભા રૂપે એ મત હોઈ શકે જ નહિ. ફ્રાન્સના મહાપુરુષોને માટે મત લેવાતાં ફ્રેન્ચ પ્રજાએ પાશ્વરને પ્રથમ ચૂંક્યો હતો, પછી નેપોલિયન અને તે પછી વિષ્ટર યુગને ચૂંક્યો હતો. એ મહાપુરુષ એકલે જા હાંડનામાં આંતરરાષ્ટ્રીય વેલક કોંગ્રેસમાં ફ્રાન્સના પ્રતિનિધિ તરીકે હાજર રહ્યો હતો. સભામંડપ ચીકાર બરાયો હતો અને પાશ્વરને આવતાં જરા મોકું થયું. તે દાખલ થતાં તેને તાળીઓના ગડગડાટથી વધાવી લેવામાં આવ્યો. પરંતુ પાશ્વરના મનમાં લાગ્યું કે આ હર્ષનાદ રાજપુત્ર પ્રીન્સ ઓફ વેલ્સ માટે હતો. અને તેણે પોતાના સાથીઓને કહ્યું કે “નહી યુવરાજ પધારતા હશે; મારે વહેલા આવડું જોઈતું હતું.” કોંગ્રેસના પ્રમુખે જ્યારે કહ્યું કે “આ હર્ષનાદ તમારે માટે છે” ત્યારે જ આ માન પોતાને માટે હતું એમ તેને સૂઝ્યું અને પછીથી તેણે સભાને વંદન કર્યું. તે વખતે ખીજવાર મોટો હર્ષનાદ થયો. આપણી સભાઓમાં માન

અને હપનાદની અપેક્ષા રાખનાર કહેવાતા મહાપુરુષો કયા અને આ સાચા મહાપુરુષના હૃદયની તત્ત્વતા કયા ?

અભિપ્રાયમાં સાવધાનતા

જિજ્ઞાસા, ચોક્કસાઈ, સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણની ટેવ, સ્પષ્ટતા એ સર્વે ગુણો ઉપરાંત વૈજ્ઞાનિકોને જ્વલંત શંકાવૃત્તિની જરૂર પડે છે. સત્ય માટે ખરો પ્રેમ ઉત્પન્ન થાય તે પહેલાં સાવધાનતા આવશ્યક છે. કારણ કે સત્ય શોધવા જતાં સત્યને બદલે બીજું કંઈ આપણને અહણુ કરી લે તો તે અનિષ્ટ જ કહેવાય. વૈજ્ઞાનિક અભિપ્રાય આપતાં પહેલાં જે સંપૂર્ણ ખાતરી કરવાની આવશ્યકતા હોય છે તે પ્રાપ્ત થાય નહિ ત્યાં સુધી અભિપ્રાય દર્શાવતાં ખચકાવું એ ખરા સત્યશોધકનું લક્ષણ છે. અપૂર્ણ માહિતી ઉપરથી અને થોડા અનુભવ ઉપરથી મોટાં અનુમાનો બાંધવાને બદલે સંપૂર્ણ માહિતી અને વિશાળ અનુભવ ઉપરથી થોડાં જ અનુમાનો બાંધવાં એ વિજ્ઞાનનું પ્રાથમિક સૂત્ર છે. x ધણા અનુભવ પછી જ થોડા નિયમો બાંધવા અથવા થોડાં જ તથ્યો એકઠાં કરીને વધારે નિયમો બાંધવા એ બે રસ્તામાંથી બીજો રસ્તો વૈજ્ઞાનિકોને ત્યાજ્ય છે. આ સાવધાનતા અને શંકાવૃત્તિ પ્રાપ્ત કરવી એ ધણી જ કઠિન છે. સાધારણ મનુષ્યના ધણા અભિપ્રાયો આવી અપૂર્ણતાને કીધે ખોટા નીવડે છે તે વિષે પહેલાં પ્રકરણમાં ઉલ્લેખ કરેલો છે. તે ઉપરથી એમ લાગશે કે આ શંકાવૃત્તિ જોટલી ઉપયોગી છે તેટલી જ દુર્લભ છે. પ્રો. યુકસ નામના જીવવિદ્યાના અભ્યાસકના શબ્દોમાં કહીએ તો “લુદ્ધિના સપથી દુર્લભ ગુણોમાં વિચારયુક્ત શંકાવૃત્તિ પ્રથમ સ્થાન ભોગવે છે; અને સર્વેથી સુલભ દુર્ગુણ તે એ છે કે અમુક અભિપ્રાય માટે સામિતી ન મળે તો બીજા કાંઈ અભિપ્રાયને સત્ય માની લેવો.....વૈજ્ઞાનિક

x Many facts and few generalisations rather than few facts and many generalisations.

શિક્ષણનો ઊંચામાં ઊંચો વિજ્ઞાન પોતાનો અભિપ્રાય રોકી રાખવો એ છે.”

આ જ્ઞાનનું સંકલ્પિત ઉદ્ભવનું ઉદાહરણ હુકુસ્તીના “જીવન અને પત્રો” માં મળી જાય છે. ડાવિંને ઉત્ક્રાન્તિવાદ પોતાના “ઉપ-જાતિઓની ઉત્પત્તિ” નામના પુસ્તકમાં પ્રતિપાદિત કર્યો તે પહેલાં એ વિષય ઉપર હુકુસ્તી અને હાપ્ટ સ્પેન્સર વચ્ચે ખાનગી વિવાદ થયે હતો. તે વખતે હુકુસ્તી પોતાના અભિપ્રાય દર્શાવતા લખે છે કે “મારા મિત્રની વાદવિવાદની કળામાં અપૂર્વ નિપુણતા હોવા છતાં અને તેણે અસંખ્ય યોગ્ય દૃષ્ટિઓ આપેલાં હોવા છતાં પણ તે વિષયમાં આપણે બધું જાણતા નથી એવો અસાતતાનો અભિપ્રાય મારાથી ખાલી શકાય તેમ નથી, આમ ધારવાને મારી પાસે બે કારણ છે. એક તો જાતિમાંથી બીજી જાતિની ઉત્પત્તિ વિષે મળેલી સામીની ઘણી જ અપૂર્ણ છે, બીજી જાતિનાં રૂપાંતર વિષે કરવામાં આવતી સૂચના તે ઘટના સમજાવવા પૂરતી ઘણી સહાય નહિ, આ સ્થિતિ ભેતમાં અસાતવાદ સિવાય બીજો કંઈ અભિપ્રાય નિભાવી શકાય નહિ” ડાવિંનનું પુસ્તક પ્રસિદ્ધ થયા પછી પણ ઘણા સમય સુધી હુકુસ્તીએ તેની સંકલ્પિત ઊંડી નહોતી. ડાવિંનના સિદ્ધાન્તને માટે બધાં મુદ્દા લડવામાં અને તેને માટે બીજા વૈજ્ઞાનિકોને ટેકા મેળવવામાં અને તેની સમજાવવા અને નિરૂપણમાં હુકુસ્તીએ એટલું બધું અગત્યનું કામ કર્યું હતું કે લોકો તેને ડાવિંનનો જીવંત-પ્રાધિયો કૂતરો-કહેતા. ડાવિંનને માટે મિત્ર તરીકેનો પ્રેમ અપ્રતિમ હતો, તે છતાં તેના સિદ્ધાન્તોને માટે હુકુસ્તીની સંશયગ્રસ્તિ અને સાવધાનતા હમેશા જાગ્રત રહેતાં. તેનાં નીચેનાં વાક્યો શુદ્ધ વૈજ્ઞાનિક વાતાવરણનો અનુભવ કરાવે છે. “દૃઢતા અને જાણીતા પ્રાણીઓના બાહ્ય સ્વરૂપનાં રૂપાંતર ઠેકઠેકીરીતે સાચ છે તે દર્શાવનારા અને પ્રત્યક્ષ અનુભવી સહાય તેવાં કારણો બતાવનાર સિદ્ધાન્તોની અમે બધા સોમ કરતા, અને નિષ્ફળ નીવડ્યા હતા. અમુક કદખનાને પરાણે ખરી ઠોકરી બેસાડવાનો અમારો વિચાર

ન હતો; પરંતુ નિર્ણાયક અને સમજી શકાય તેવા અને જેના વિષે તથ્યોનું સાક્ષાત પ્રમાણ મળી શકે તેવા સિદ્ધાન્તની શોધમાં હતા. આવા બ્યાવહારિક સિદ્ધાન્ત અમને ડાવિન્ના “ઉપમતિઓની ઉત્પત્તિ” વિષેના પુસ્તકમાં મળ્યો.....સત્યપ્રાપ્તિ સિવાય બીજો કોઈ હેતુ ન હોય તેવાઓને માટે એક જ શુદ્ધિપૂર્વકનો રસ્તો હતો કે ડાવિન્ના: ઉત્ક્રાન્તિવાદને એક બ્યાવહારિક સિદ્ધાન્ત તરીકે માનવો અને પછી તેનો શું ઉપયોગ થઈ શકે છે તે જોવું. ક્યાં તો તે પ્રાણીજીવન સંબંધી આપણાં સર્વ જ્ઞાન અને તથ્યોને સમજાવી શકશે અથવા તો તેમ ન થઈ શકે તો તે કાર્યના ભાર નીચે ચૂકી જશે નાશ પામશે.”

જેને માટે ચોક્કસ સાબિતી અને પ્રમાણ મળી શકે તેવા જ તથ્યો અને સિદ્ધાન્તોને અનુમોદન આપવાની સત્ત્વી પ્રવૃત્તિ કો અંધારામાં ‘વૈજ્ઞાનિકોનું’ કામ બહુ જ ધીમું થાય છે. આ સંબંધી ફેરેડે નામના પ્રયોગશાસ્ત્રીના શબ્દો મનનીય છે: “વૈજ્ઞાનિકોના મનમાંથી પસાર થતા અનેક વિચારો, કલ્પનાઓ, અને સિદ્ધાન્તોમાંથી મોટા ભાગને પોતાની જ શુદ્ધિની સખ્ત ટીકા અને કસોટીથી પોતાના મનમાં જ શાન્તિથી દબાવી દેવામાં આવે છે. બહુ જ સાદૃશ્યવિજ્ઞથી મણાતા વૈજ્ઞાનિકો પશુ પોતાની આશાઓ, ધ્રુવો અને પ્રાથમિક અભિપ્રાયોમાંથી દશમો ભાગ પશુ ભાગ્યે જ સિદ્ધ કરી શકતા હશે...ફેરેડે વૈજ્ઞાનિકો બધી તરફથી સૂચના સંબળવાને તૈયાર રહેવું જોઈએ; પરંતુ પોતાનો અભિપ્રાય તો પોતે જ સ્વતંત્ર રીતે બાધતા શીખવું જોઈએ. બહારના દેખાવ અને અંગત લાગણીઓથી પોતાના અભિપ્રાયને અકલુષિત રાખવો જોઈએ. કોઈ પણ સિદ્ધાન્ત ઉપર પક્ષપાત રાખ્યા વિના પોતાનું કાર્ય કરવું જોઈએ. ખાસ કરીને શબ્દપ્રમાણને તો ત્યાજ્ય ગણવું જોઈએ. મનુષ્યના નામને ન પૂજતા તેમના અભિપ્રાયની વારતવિકતા અને વધાર્યાંને સમજીને માન આપતા શીખવું જોઈએ. સત્ય અને કેવળ સત્ય એ જ તેનો ઉદ્દેશ હોવો જોઈએ.”

‘ઉપરાંત શ્રમ અને ખર્ત હોય તો જ મનુષ્ય પ્રકૃતિના મંદિરના ગુણનમ સ્થાનોમાં પ્રવેશ કરી શકે છે.’

## શંકાવૃત્તિ

વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવની શંકાવૃત્તિ-સાવધાનતા સર્વથી પ્રથમ તો અંગત અભિપ્રાયો અને વ્યક્તિદોષોના નિવારણના કામમાં વપરાય છે. જેમ કેાષ સુનાર કે કડિયો ફક્ત-બનકુ’ જ કામ કરી શકે અને છીણું કામ કરી શકે જ નહિ, અને જેમ ફેટલાએક મનુષ્યોમાં સંગીત કે ચિત્રકલાની પરીક્ષક શુદ્ધિ હોતી જ નથી, તેમ વૈજ્ઞાનિકોમાં વધતી ઓછી ચોક્કસાઇ જોવામાં આવે છે. ચોક્કસાઇ અને સત્યમયતા પ્રાપ્ત કરવાને માટે વૈજ્ઞાનિકોને વર્ગોનાં વર્ગો સુધી સિધ્ધિભાવે વિજ્ઞાનની સેવા કરવી પડે છે, તે છતાં પોતાના હાથે યતાં માપન અને નિરીક્ષણમાં અપૂર્ણતા રહી જાય છે તે વૈજ્ઞાનિકોને સ્વીકારવું પડે છે. ખગોળવિદ્યામાં ગણતરી અને નિરીક્ષણની આ અપૂર્ણતા માટે વ્યક્તિદોષોના સુધારો કરવામાં આવે છે. તેવી જ રીતે ભૌતિક અને રસાયનવિદ્યામાં પણ આ વ્યક્તિદોષોના અંદાજ રાખીને પરિણામ ગણવામાં આવે છે. આપણામાં કહેવત છે કે “દૂધનો દાઝયો જાણથી ડરે” તે પ્રમાણે એક વખત ભૂલ કરવામાં આવ્યા પછી ખીણવાર તેવી ભૂલથી બચવાને માટે વૈજ્ઞાનિકો વધારે ને વધારે સાવધાન અને સંશયગ્રસ્ત રહે છે નિરીક્ષણના દોષથી, અથવા તો તથ્યમાં જ અપૂર્ણતા હોવાને લીધે, અથવા તો અપૂર્ણ પ્રમાણે. ઉપરથી વિજ્ઞાન સામાન્ય નિયમોનું આકલન કરવાથી, અથવા તો કલ્પનાસૃષ્ટિના મોહક પ્રસાદોમાં ખેંચાઇ જવાથી, અથવા તો અંગત અભિપ્રાયોના ભાર નીચે દબાઇ જવાથી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકો ધણીવાર ભૂલો કરે છે; ધણીવાર શુદ્ધ શુદ્ધિથી છેતરાય છે. આ ભૂલો સુધારવાનું કામ વધારે મુશ્કેલ અને અઠગિર હોય છે. સાધારણ મનુષ્યોના વિચારો અને અભિપ્રાયો પોતપોતાના અંગત અનુભવ, સામાજિક

પરિસ્થિતિ અને ખીજ સંયોગોને લીધે રંગિત થયેલા હોય છે; તે બંધનો તોડીને, પ્રભુલિકાનો ભંગ કરીને પણ સ્વતંત્ર રીતે સત્યશોધન કરવામાં આવશ્યક નિર્ભયતા અને હિંમ્યાસયોગ પ્રાપ્ત કરવા દુર્લભ છે.

આ જ કારણથી વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણની અગત્ય સર્વત્ર સ્વીકારાય છે. વિજ્ઞાનની કોઇપણ શાખામાં, પછી તે કાપ' રસાયનવિદ્યા કે ભૌતિકવિદ્યાનું હોય અથવા ખગોલવિદ્યા કે જંતુવિદ્યાનું હોય, નિરીક્ષણ દૂરદર્શક યંત્રથી કરવાનું હોય કે સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રથી કરવાનું હોય, પણ યોગ્ય શિક્ષણથી એક જ અકારની ચોકસાઈ, ખારીક નિરીક્ષણ, સ્પષ્ટ વચન અને સત્યમયતાની શુભ ટેવો પ્રાપ્ત કરી શકાય તે નિર્વિવાદ છે. " જો બોલે સત્યા ઉસકા શુરુ કમ્યા " એ કહેવતને ઉલટાવીને એમ કહી શકાય કે વૈજ્ઞાનિક અભ્યાસથી લૌકિક કાષ્ટપણ્ય મનુષ્યને સત્ય જ બોલવાની ટેવ ન પડે તો તેનો શુરુ કાચો સમજવો. સત્યમયતા અને સત્યના પ્રવચનમાં સાવધાનતા એ વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવનું મુખ્ય લક્ષણ છે. સાબિતી મળી શકે તે ઉપરાંત કંઈ પણ વધારે પડતાં વચનનો આગ્રહપૂર્વક નિર્દેશ કરવો એ એક સામાન્ય ભૂલ નહિ, એક રાજકીય કે સામાજિક ગુનો નહિ પણ સત્યની સામે ધોર પાપ છે. રાજ્ય તરફથી કે સમાજ તરફથી તેને માટે શિક્ષા ન થાય તો પણ આ ધોર પાપથી 'ચાનિકો હમેસા કરતા રહે છે' અને બૂલેચૂકે પણ સત્યથી દૂર ન જવાય તે માટે સતત ધ્યાન કરે છે.

### સત્યને માટે આગ્રહ

ચોકસાઈ અને સત્યને માટે આવો અખંડ પ્રત્યન કરવામાં જ વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવની ઉદાત્તતાનું રહસ્ય સમાયેલું છે. હંકસ્વીના શબ્દોમાં કહીએ તો સત્યને માટે આવો હિંસાહ અને ચોકસાઈને માટે આટલું ઝનૂન એ વિદ્વતા અને વિદ્યા કરતાં પણ વધારે કિંમતી છે; અને તેને યોગ્ય વધારવાની શક્તિ કરતાં પણ વધારે જીંવી બક્ષીસ.

-ગણી શકાય.

અર્વાચીન વૈજ્ઞાનિકોમાં વિચાર અને શબ્દોની ચોક્કસાઈ માટે અને સત્ય માટેના આગ્રહને માટે હુકરવીના કરતાં વધારે ઉજ્જવળ નામ મળી શકે તેમ નથી. પોતાની આત્મકથમાં એ લખે છે કે "મારા જીવનના આરંભથી જ મારા જીવનના ઉદ્દેશ મેં નીચે પ્રમાણે રાખ્યા હતા: (૧) સૃષ્ટિવિજ્ઞાનની જ્ઞાતિને ઉત્તેજન આપવું, (૨) જીવવિજ્ઞાના પ્રશ્નોને વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણની પદ્ધતિ પ્રમાણે જ ઉકેલવાનો. -યથાશક્તિ પ્રયાસ કરવો; કારણ કે મનુષ્યભાતિનાં દુઃખોને દૂર કરવાના બે જ ઉપાય છે. એક તો વિચાર અને આચારમાં, મનથી અને કમ'થી, સત્યનું પ્રતિપાલન કરવું; અને પવિત્ર ગણ્યાતા મનુષ્યોએ રચેલાં દંભના આવરણો ભેદીને જગતનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ સમજીને દંભતાથી સૃષ્ટિની સામા થવું અને તેને જીતવાનો યત્ન કરવો. આ મારો અભિપ્રાય જેમ જેમ મારી વય અને યજ્ઞ વધતાં જાય છે તેમ તેમ દંભર યતો જાય છે.... 'હું'અમુક વાતને સત્ય માતું છું' એમ દંભતાથી કહેનાર મનુષ્ય પોતાના જીવનનું પવિત્રમાં પવિત્ર કાચું કરે છે. જીવનમાં ઉત્તમમાં ઉત્તમ ધનામ ને ભારેમાં ભારે શિક્ષા આ કાચું ઉપર અવલંબે છે."

પ્રાચીન દિંદના સત્યના ઉચ્ચ આદર્શોથી પરિચિત વાંચનારને આ શબ્દોમાં નવાઈ ન લાગે. પરંતુ હુકરવીના સત્ય માટેનો ઉત્સાહ તેના સમકાલીન વૈજ્ઞાનિકોને પણ અપૂર્વ લાગ્યો હતો. જોન ફીસ્કે તેને માટે નીચેના શબ્દો વાપર્યાં હતા: "સત્ય તરફ સંપૂર્ણ વફાદારી અને પ્રમાણ મળતાં પોતાના અગત વિચારને સત્વર છોડી દેવાનો આગ્રહ એ વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકનો આદર્શ હુકરવી સિવાય કશા જ યોગ્ય મનુષ્યોએ પ્રાપ્ત કર્યો દર્શો. વૈજ્ઞાનિક તત્ત્વની સીધી લીટીમાંથી એક વાળ જેટલું પણ આધુ'પાધુ' થવાની લાલચ કલ્પનાના આકર્ષણથી અથવા ખીજાં કંઈ કારણથી, ઉત્પન્ન થાય તો તેને એકદમ મક્કળી નાખવામાં તે

લેશ માત્ર પણ ખચકતો નહિ. તેની શુદ્ધિ અંગત ભર્મિઓથી કલુષિત થાય તે પાપના કરતાં તેના જીવનમાં ખીજ કાંઈ જાતનો અથ તેને વધારે ન હતો."

પોતાના પહેલા પાળકના મૃત્યુ પછી હુકસ્લીએ કીંગ્સલી નામના પાદરી ઉપર લખેલા પત્રમાં નીચેના વાક્યો તેની મનોદશા અને મનોવૃત્તિ સ્પષ્ટ રીતે દર્શાવે છે: "અનહદ લાલ મળે તેના કરતાં અત્ય સર્વ' રીતે શ્રેષ્ઠ છે. મારા અજુમતાવાદના ધાર્મિક વિચારો મેં તપાસી જોયા છે તે છતાં પણ મારી પત્ની, મારું પાળક, મારું નામ, અને મારી કીર્તિ' એ સપાળના જોમ આપવો પડે તો પણ હું અસત્ય જોલવાને તૈયાર નથી." તેના મૃત પાળકનો આત્મા અમર છે એ મત તેને સુખ આપનારો લાગવા છતાં પણ તેના પ્રત્યક્ષ અનુભવની બહાર હોવાને લીધે તે માનવાને તૈયાર ન હતો. હુકસ્લી સિવાય સત્યને માટે પોતાનું સર્વસ્વ અર્પણ કરનાર વૈજ્ઞાનિકો ખીજા બીજાએ યદ્ય ગયા છે; તેમાં જુનો અને ગેલીલિયોનાં વૃત્તાંત ઈરસ્મરથીય રહેશે.

જુનોએ ગેલીલિયોની માફક પ્રયોગ અને દૂરબીનથી ખગોળ-વિદ્યાનો અભ્યાસ કર્યો ન હતો; પરંતુ કાંઈક નિરીક્ષણ અને કાંઈક અતઃપ્રગાથી વિશ્વની અનંતતા અને વિપુલતા વિષે પોતાના સિદ્ધાન્તો પ્રાપ્ત કર્યા હતા. "પૃથ્વી તો અનંત નથી જ, પરંતુ પૃથ્વી જેવાં ઘણાં જગતો ■ અને તેવાં અસંખ્ય જગતોનું વિશ્વ બનેલું છે. આ વિશ્વમાં એક સર્વવ્યાપી ચક્રિતને લીધે બધે જીવન, વૃદ્ધિ, ગતિ, અને સંપૂર્ણતા પ્રાપ્ત થાય છે." તેના આ અભિપ્રાયો પોષક અને તેના પાદરીઓને રુચ્યા નહિ; અને તેને આઠ વર્ષ સુધી કેદમાં નાખવામાં આવ્યો. આ સમયમાં તેના અભિપ્રાયો તેણે બદલ્યા હોત તો તેને સંપૂર્ણ મારી મળત. પરંતુ તે સત્યથી ચાંચો નહિ અને છેવટે તેને



જીવતો બાળી મૂકવાની શિક્ષા કરવામાં આવી તે છતાં તે ડબ્બો નહિ; કાયર અને બાયલા પુરુષની રીતે જીવવા કરતાં ચરવીરની રીતે મરવાનું તેણે પસંદ કયું. વિચારની સ્વતંત્રતાને માટે, અને પોતાના અભિપ્રાયોના સત્યમાથી નહિ ચળવાના આગ્રહને માટે સત્યદેવીના ચરમ પોતાના જીવનનું બલિદાન આપ્યું. ક્ષીણિ ઋષિને પોતાના પ્રાણ ત્યાગ કરતાં ખાત્રી હતી કે તેનાથી દેવો સંતુષ્ટ થશે અને એક પ્રાણ કરતાં વધારે બચશે; પરંતુ જીવોને તેવો કાંઈ સંતોષ કે સ્વાચ્છંદ ન હતો; દેવજ સત્યને માટે જ તેણે પોતાનો પ્રાણ આપ્યો હતો.

ઈ. સ. ૧૬૦૦ માં જીવોને શિક્ષા ક્ય, ૧૭ી પણ ઈન્કવીઝીશન-ધર્માધિકારશક્તિ મંડળ-ને સંતોષ ન થયો. કેપ્લીનીકસ (૧૫૭૩-૧૫૪૩) કેપ્લર (૧૫૭૧-૧૬૩૦) અને ગેલીલિયો (૧૫૬૪-૧૬૪૨) એ બધાને સત્યના શોધનમાં અને પ્રતિપાદનમાં ડગલે ડગલે અડચણો નડતી. તે છતાં પણ શબ્દપ્રમાણને બદલે પ્રત્યક્ષપ્રમાણને જ વળગી રહેવામાં તેમની સત્યપ્રીતિ સ્પષ્ટ હતી. પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહો સ્વપ્રકાશિત નથી; પરંતુ સ્પર્શપ્રકાશિત છે અને સ્પર્શ પરિક્રમણ કરે છે એ સિદ્ધાન્તો કેપ્લરનીકસે, અને કેપ્લરે પ્રતિપાદિત કર્યા હતા; પરંતુ ધર્માધિકારીઓ પાઠરીઓના બચથી તે ખુદશી રીતે સ્વીકારાતા નહોતા. ગેલીલિયોએ આ બચથી ન બચકારતા, પોતાના દૂરબીનથી શુક્ર અને શુક્રના ગ્રહોની ગતિ અને ચંદ્રની માફક તેમની વધઘટના દેખાવની ખાતરી કર્યા પછી પોતાના સિદ્ધાન્તો પ્રસિદ્ધ કર્યા. ગ્રહોની ગતિ દૂરબીનથી સ્પષ્ટ જોયા પછી ગેલીલિયોના સિદ્ધાન્તોની સત્યતા વિષે શંકા હોઈ શકે જ નહિ. પરંતુ ૧૬૧૨ માં તેના ઉપર ધર્મ વિરુદ્ધ અભિપ્રાયો દર્શાવવા માટે તહોમત મૂકવામાં આવ્યું; ૨૧ વર્ષ સુધી તેને પગલ્યા પછી તેનો નિકાલ ૧૬૨૩ માં કરવામાં આવ્યો. પોતાના સિદ્ધાન્તો આટલા વર્ષોમાં તેણે પાછા ખેંચવાને બદલે વધારે મજબૂત પાયા ઉપર મૂક્યા. તેણે પોતાનો કહેવાતો ગુનો કબૂલ કર્યો.

પરિણામે તેને આમરણ ક્રેડખાનાની શિક્ષા ફરમાવવામાં આવી અને તે ઉપરાંત પોતાના સિદ્ધિતા ખોટા છે એવું સોગંદપૂર્વક તેની પાસે ખળાતકારે બોલાવવામાં આવ્યું. “સૂર્ય ફરે છે અને પૃથ્વી સ્થિર છે,” એ શબ્દો બોલીને, ધૂંટણિયેથી ઊઠ્યા પછી “તે છતાં ફરે છે” એવા શબ્દો ધીમેથી તે બોલ્યો હતો એવું કહેવાય છે. આ પાછળથી બોલેલા શબ્દો સુધિધિરના નરો વા કુંજતો વા એ શબ્દોની વાદ આપે છે; છતાં અસત્ય બોલતાં તેને થયેલો માનસિક ક્ષોભ દર્શાવે છે. સત્ય બોલવામાં અને વૈજ્ઞાનિક સત્યનું પ્રત્યક્ષ પ્રમાણ મેળવવા છતાં પણ તે સત્યનું પ્રતિપાદન કરવામાં કેટલું કષ્ટ પડે છે અને તેમાં કેટલું મનોખળ ભેદાયે છે તે ધ્રુનો અને ગેલીલિયોનાં દર્શન બતાવી આપે છે. આવાં કષ્ટ સહન કરીને પણ વિજ્ઞાનની ધ્વજ ફરકતી રાખવાનું કામ વિજ્ઞાનના સૈનિકોએ કર્યું છે. ગ્રેગોરીયન કાળમાં આ કષ્ટ ઓછું થયું છે તે છતાં પણ સ્વતંત્ર મર્મ સુદૃઢ નથી થયો. તે મર્મમાંથી અલિપ્ત થવાના પ્રયત્નો થતા આવે છે એ નીતિશાસ્ત્રીઓ અનેકવાર કહે છે. નીતિશાસ્ત્રથી વિદ્ય દષ્ટિએ વિજ્ઞાન સત્યને પૂજે છે; આ પૂજા કલ્પિત અને કષ્ટસાધ દ્વારા જનને સત્ય આ સત્યમયમાં પોતાનું સર્વસ્વ હોમનું વૈજ્ઞાનિક દર વર્ગે વધતી જાય છે એ ઓછા આશ્ચર્યની વાત નથી. વિજ્ઞાન સત્યને વધુ એક ટોંગી અને સ્વાર્થી દેશે; પરંતુ એકદર વિજ્ઞાન સર્વ પ્રકારે સત્યશોધન માટે છે અને તે સત્યશોધનને અવરોધે નીતિ દર્શક પ્રકારના દોષોથી દૂર રહેવાનો અર્થ એ કે વિજ્ઞાન સત્યનું ખાસ લક્ષણ સર્વેથી અગ્રયનું અને અચ્છન્ન છે એ સ્વીકારવું જોઈએ.



પ્રકરણ  
૩ જી:

## વિજ્ઞાનના કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો

વિજ્ઞાનનું સ્વરૂપ, વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક શક્તિનાં લક્ષણો એ જોયા પછી પણ વિજ્ઞાનનું વારત્તવિક સ્વરૂપ સમજવાને માટે વિજ્ઞાનમાં સ્વતઃસિદ્ધ ગણાતા કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો સ્પષ્ટ કરવા અગત્યના છે. સૃષ્ટિમાં વ્યવસ્થા અને નિયમ છે, સૃષ્ટિક્રિયામાં એકરૂપતા અને એકતા \* છે; સદૃશ સૃષ્ટિ સમન્વિત છે, એ સાદા લાગતાં વાક્યોમાં સમાયેલું ગૂઢ રહસ્ય જરા વિગતવાર તપાસીએ.

### સૃષ્ટિની એકરૂપતા

સૃષ્ટિમાં વ્યવસ્થા એકરૂપતા અને નિયમિતતા છે: સૃષ્ટિની ઘટના અમુક વ્યવસ્થા અને નિયમ પ્રમાણે થાય છે એ વાત તો હવે સાધારણ ગણાય છે. આ વ્યવસ્થા અને નિયમિતતાની ખાવના વિજ્ઞાનના આધારરૂપ છે અને વિજ્ઞાનની બધી પ્રવૃત્તિ અને તેમના સાધનના મૂલરૂપ છે. સૃષ્ટિક્રિયા હમેશા એક જ રીતે એક જ પદ્ધતિસર થાય છે; અમુક પરિસ્થિતિ કે અમુક સંયોગોમાં અમુક ઘટનાઓનો ફરી ફરીને પ્રાદુર્ભાવ થાય છે એ ક્રમ વિજ્ઞાન હદ વિશ્વાસથી સ્વીકારે છે. આજે અમુક સમયે સૂર્યનો ઉદય થયો છે અને કાલે પણ અમુક સમયે તેનો ઉદય થશે એ કેવલ શ્રદ્ધા નથી પરંતુ વૈજ્ઞાનિક નિરીક્ષણ અને અનુભવથી પ્રાપ્ત થયેલું તથ્ય છે. આજ સવાર અને કાલ સવારના સમય સુધીમાં કંઈ પણ વિશ્તવમય ફેરફારથી સૂર્ય કે પૃથ્વીનો નાશ થાય તો તે જીવો વાત, પરંતુ સાધારણ રીતે તો આ સૂર્યોદયની નિયમિતતા સ્વતઃસિદ્ધ ગણાય છે. આ નિયમિતતાનું મૂલકારણ સૃષ્ટિમાં પ્રસારેલી એકરૂપતા છે, તેથી નિયમિતતા એક નહિ પણ અનેક ઘટનામાં જોવામાં આવે છે. તેથી જ વિજ્ઞાન નિયમો શોધવાના પ્રયત્નો કરી શકે છે, અને તેમાં સફળ થઈ શકે છે.

+ Uniformity

\* Unity

સૂચ, મહો અને લાગળો અવસ્થાથી થકે ન દૂર છે; તેમની અને આપણી વચ્ચે કંઈ સ્પર્શ દેખે તો તેમની તારકથી આવતા પ્રકાશ મારકન છે: તે સ્પર્શ કેઈ પણ નહીં વસ્તુ તેમની વચ્ચે આવજી કરી શકે તેમ નથી. આ પ્રકાશને પૃથ્વી ઉપર પહોંચતાં થણે સરુષ થાને છે—સૂર્યથી નીકળના તારામાંથી આવતું પ્રકાશનું કિરણ ત્યાંથી ચાર વર્ષ પહેલાં નીકળ્યું હતો—તે છતાં પણ ત્યાંના પ્રકાશના ગુણો અને પૃથ્વી ઉપરના પ્રકાશના રૂણો એક સરખા જ છે. આ એકરૂપતાને લીધે આપણે કરી કરીએ છીએ કે પ્રકાશનાં કિરણોમાં અમુક જાતનાં ગાસર્વનિક તન્દો દોરાં જ જોઈએ. સૂર્યનાં વાતાવરણમાં હીલિયમ નામનું નવું તત્ત્વ છે એ રંગપટવિધાના આધારે સિદ્ધ થયું ત્યારે પૃથ્વી ઉપર હીલિયમ તત્ત્વ શોધી કઢાયું નહોતું; પણ દેખી કદયું ત્યારે સિદ્ધ થયું કે સૂર્ય ઉપરનું અને પૃથ્વી ઉપરનું હીલિયમ એ સ્વં રીતે એક જ છે તેવી જ રીતે સૂર્ય ઉપર કે બીજા કેઈ દરેક ઉપર હાયડ્રો-જન તત્ત્વ મળી આવે છે; તેનું સ્વરૂપ, તેના રૂણો, તેની રંગપટ-રેખાઓ, તેના અણુઓ અને પરમાણુઓનું વર્તણૂક એ બધે ઠેકાણે એકસરખાં જ છે.

### સૃષ્ટિની નિયમિતતા

પ્રકૃતિની આ એકરૂપતા એકમ જણાવી વિજ્ઞાનશાખાઓમાં વધારે સારા અંશોમાં જોવામાં આવે છે. વેદવા અંગે નિયમશોધનનું કામ અને તેના ઉપરથી જનિત જ્ઞાનગ્રામી શકિત વધારે ચોક્કસ હોય છે. ખગોળવિદ્યા ગ્રહોની ગતિ, ગ્રહણનો સમય, કારતીઓત્તરે કાળ વગેરે ચોક્કસાઈથી નક્કી કરી શકે છે. ભૌતિકવિદ્યા ભૌતિકશાસ્ત્ર અને તેમનાં રૂપાંગો વિષે ચોક્કસાઈથી નિર્ણય કરી શકે છે, આણ્વીવિદ્યા અને સમાર્જવિદ્યા જેવા વિષયોમાં આવો નિર્ણય હજી થઈ શકતો નથી. કદાચ કે નિયમરૂપ કારણો ઉપરોક્ત વિષયો અંગત ઇચ્છાશક્તિ અને વધતા-ઓછા પ્રમાણમાં

નિયમોનો પ્રતિકાર કરી શકે છે. ગુરુવાકર્ષણના નિયમ પ્રભાવે સાધારણ પ્રાણીઓ પાણીમાં તરી શકે નહિ, પરંતુ તરતાં આવડે તો પછી તેમને ડૂબવું પણ અઘરું થઈ પડે છે. લોખંડની વસ્તુ પાણીમાં તરી શકે નહિ; અને હવામાં પણ અદર રહી શકે નહિ; તે છતાં લોખંડના વહાણો અને વિમાનો મનુષ્યની કારીગરી અને હિકમતને લીધે ગુરુવાકર્ષણના નિયમોનું ઉલ્લંઘન કરતાં હોય એમ લાગે છે. સાધારણ ભૌતિક નિયમો પ્રાણીઓ અને મનુષ્યના સમૂહોને લાગુ પાડી શકાય તે પહેલાં એ સમૂહોનાં વિલક્ષણ વર્તન સમજવાં જોઈએ; તે સમજ્યા પછી આવાં વર્તન સંબંધી પણ નિયમો પ્રાપ્ત થાય છે. પ્રાણીવિદ્યા, વૃક્ષવિદ્યા, સમાજવિદ્યા, અર્થવિદ્યા, એ બધી વિજ્ઞાનની શાખાઓ આવા નિયમોની શોધ કરે છે. પ્રાણીઓના જન્મમરણ સંબંધી, મનુષ્યની પ્રાચીન સ્થિતિમાં જાતિઓ અને જૂથો કેવી રીતે બંધાયા હશે તે વિષે, સમાજની ઉત્પત્તિ અને વ્યવસ્થા વિષે શું નિયમો સાધી શકાય છે તે વિષે, દેશની આર્થિક સ્થિતિ અને સમૃદ્ધિના નિયમો તારવી શકાય કે કેમ તે વિષે અન્વેષણ અને અભ્યાસ ચાલુ છે, તેમાં પણ નિયમો મેળવી શકાય છે; આ નિયમો ખગોળશાસ્ત્ર કે ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમો જેટલા ચોક્કસ ગણી ન શકાય, પણ એ નિયમો અમુક અંશે પણ ખરા પડે છે એ સૃષ્ટિની એકરૂપતા દર્શાવે છે અને સૃષ્ટિક્રિયા અમુક સંયોગોમાં અમુક જ રીતે પ્રાપ્ત થશે એમ ધારવાને સખળ રીતે પુષ્ટિ આપે છે.

વિજ્ઞાનનો આ નિયમિતતાનો સિદ્ધાન્ત મનુષ્યની સ્વતંત્ર ઇચ્છા-શક્તિના વિચારને સંપૂર્ણ રીતે સહાય આપે છે. ઈશ્વર વિષે સાધારણ વિજ્ઞાનને જો કંઈ કહેવાનું હોય તો એટલું જ કે સૃષ્ટિની વ્યવસ્થા અને નિયમ એટલા ચોક્કસ છે કે તેમાં ઈશ્વર વિષે કંઈ પણ વિચાર કર્યા સિવાય, અજ્ઞેયવાદ મહણ કરીને, વિજ્ઞાન પોતાનું કાર્ય સાધી શકે છે. વિજ્ઞાનની કાર્યપદ્ધતિમાં, વિચારપ્રણાલિકામાં અને વિજ્ઞાનની

આપામાં પણ એક અગ્રેય કારણરૂપ ઈશ્વરને સ્થાન નથી; તે છતાં વૈજ્ઞાનિકોના અંગત અભિપ્રાયો ઘણા ધાર્મિક હોઈ શકે છે અને ખાનગી જીવનમાં વૈજ્ઞાનિકો ધર્મિક હોય પણ છે. પરંતુ વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણમાં અને સિદ્ધાન્તોના નિર્માણમાં ઈશ્વરનો વિચાર કરવાને બદલે સૃષ્ટિની નિયમિતતા અને સૃષ્ટિક્રિયાની એકરૂપતાનો ખ્યાલ વધારે સખળ રીતે રાખવો પડે છે. પાશ્વર કહેતો કે 'હું' જ્યારે મારી પ્રયોગશાળામાં કામ કરું છું ત્યારે જડવાદ અને ઈશ્વરવાદ એ બંને તરફનાં દ્વાર બંધ કરી દઉં છું. હું ફક્ત તથ્યોનું નિરીક્ષણ કરું છું. અને કહી કહી વૈજ્ઞાનિક પરિસ્થિતિમાં જીવનનો આનંદકાર થાય છે, જીવન શરૂ થાય છે તેની શોધ એ જ મારું કર્તવ્ય છે.

આપણી અસ્થિર દેખાતી અને ગણાતી સૃષ્ટિનાં નિયમ અને વ્યવસ્થા શોધવી એ દરેક વૈજ્ઞાનિકનું નિત્ય કર્મ છે એટલું જ નહિ પણ મનુષ્યમાત્રના ઉચ્ચતમ અભિમાનોમાં આવા નિયમ અને વ્યવસ્થા જોવાનું, શિવ અને સુંદર પ્રત્યક્ષ અનુભવવાનું અને તેને વ્યક્ત કરવાનું કામ વૈજ્ઞાનિકો, કવિઓ કે તત્ત્વવેત્તાઓ સફળી અગત્યનું ગણે છે.

### વૈજ્ઞાનિક નિયમોનું સ્વરૂપ

સૃષ્ટિના નિયમોનું શોધન એ વિજ્ઞાનનું મુખ્ય કાર્ય છે એ સર્ણીવાર કહેતામાં આવ્યું છે. આ નિયમ કેવા પ્રકારના હોય છે, તેમનાં સ્વરૂપ અને વિરોધતા કેવી ભાવનાં હોય છે, તેમનો ખરો તાર્કિક અર્થ અને ઉપયોગ કેવો હોય છે એ સર્વ સ્પષ્ટ કરવાની જરૂર છે. સાધારણ જનસમાજમાં એવી માન્યતા હોય છે કે વિજ્ઞાનના નિયમો જડ જ હોય છે અને તેમની નિશ્ચિનતામાં કંઈ પણ ફેરફાર હોઈ શકે જ નહિ. કેટલાએક વૈજ્ઞાનિકો ઉત્સાહમાં

આ નિયમોને માટે અચલ સ્થિરતા અને સાચી સત્યનો દાવો કરે છે. તેમાં પણ અત્યુક્તિનો દોષ છે. નિયમશોધન એ વિજ્ઞાનનું મોટામાં મોટું કાર્ય છે અને ઉચ્ચતમ ઉદ્દેશ છે; પણ તે નિયમનો સંબંધ વ્યાપ્તિરૂપનો જ છે. જ્યાં જ્યાં ધુમાડો હોય ત્યાં ત્યાં અગ્નિ હોવો જ જોઈએ એ સાદી વ્યાપ્તિને વૈજ્ઞાનિક નિયમનું રૂપ ન આપી શકાય તે છતાં પણ આપણે એટલું યાદ રાખવું જોઈએ કે લગભગ દરેક વૈજ્ઞાનિક નિયમ ફક્ત આવા વ્યાપ્તિસંબંધ દર્શાવે છે. બિન્ન વિશિષ્ટ ઘટનાઓના વર્ગીકરણ અને મનન ઉપરથી તેમનાં કાર્યકારણનો સંબંધ સ્પષ્ટ થાય, અમુક તથ્યો બીજાં અમુક તથ્યોનાં કારણરૂપ છે, એમ સ્પષ્ટ થાય તો પછી એ સાદો નિયમ ઉદ્ભવે છે.

આ પ્રમાણે કાર્યકારણનો સંબંધ દર્શાવતા હોવા છતાં, વૈજ્ઞાનિક નિયમોમાં કર્તૃત્વનો સંબંધ કે ભાવનાનો અંશ પણ હોતો નથી. અમુક પરિસ્થિતિમાંથી બીજી અમુક પરિસ્થિતિ ઉદ્ભવે છે એ વૈજ્ઞાનિક નિયમમાં પહેલી પરિસ્થિતિને કર્તૃત્વની ભાવના આરોપવામાં આવતી નથી. તેવી જ રીતે પ્રયોજન અથવા હેતુનો પણ નિર્દેશ કરવામાં આવતો નથી; એક કાર્ય “શા માટે” થાય છે તેને માટે વિજ્ઞાન અન્વેષણ કરતું જ નથી, પરંતુ “કેવી રીતે” થાય છે એ પ્રશ્નનો ઉત્તર મેળવવામાં જ સંતોષ માને છે. વૈજ્ઞાનિક નિયમો સામાન્ય ઘટનાનું તત્ત્વજ્ઞાન કે નૈયાયિકની દૃષ્ટિએ અતિમ કારણ શોધવાને બદલે સાધારણ ઇન્દ્રિયગ્રાહ્ય અને સ્પષ્ટ કારણો શોધે છે. આ સાદી વાત યાદ રાખીએ તો પછી વૈજ્ઞાનિક નિયમોને વિષે ગેરસમજૂતી થવાનો ભય નહિ રહે. રાસાયણિક સંયોજનના નિયમો, ખસથની ગતિના નિયમો, પ્રકાશ, વિદ્યુત કે ચુંબકબળના નિયમો, દ્રવ્યના સંરક્ષણના સિધ્ધાન્તો, પ્રાણીઓની ઉત્પત્તિનો સિદ્ધાન્ત, અથવા તો ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમ કે અણુની રચનાના નિયમો એ સર્વમાં અમુક જાતના સાર્વ-

ત્રિક બ્યાપ્તિસંબંધોનું નિરૂપણ છે. આ સંબંધોને ધણીવાર જ્ઞાનની પ્રગતિની સાથે બદલવા પડે છે: નવી શોધો અને નવાં તથ્યોને અનુકૂલ થાય અથવા સમજાવી શકે તેવી રીતે તેમાં વિસ્તરણ કે સંકોચન કરવું પડે છે. આવા ફેરફારો કરવામાં વૈજ્ઞાનિકોની અથવા તો તેમના સિદ્ધાન્તોની પ્રતિષ્ઠાને જરાયે હાનિ થતી નથી. તેથી ઉદાહરણ તરીકે જૂના નિયમોની અપૂર્ણતા કે ખામીઓ જાણવા છતાં અને નવા નિયમો કે સિદ્ધાન્તોની સાબિતી જોવા છતાં પણ તેને ન સ્વીકારનારને વૈજ્ઞાનિક કહેવરાવવાનો હક નથી. હુકમશીની પ્રતિભાશાક્ષી અને લાક્ષણિક ભાષામાં કહીએ તો +“એક જ મતને વળગી રહેવાનો દુરામત્ત કરવાથી વિજ્ઞાન આત્મઘાત કરે છે.” આ આત્મઘાતના દોષ-માંથી બચવાને માટે અને વળી સત્યપ્રાપ્તિના શુદ્ધ આદર્શને લીધે વૈજ્ઞાનિકો જૂના નિયમો અને સિદ્ધાન્તોમાં યોગ્ય ફેરફાર કરતાં અથવા તો તેમને સદંતર ત્યાગ કરતાં જરાયે ખચકાતાં નથી. વિશ્વ-ઘટનાને સમજાવવાને માટે અને જગતનો કાયદો ઉઠાવવાને માટે જુદી જુદી જાતની કૂચીઓ બનાવવી પડે છે; આ કૂચીઓથી જ્યાં સુધી અધિકારતા દૂર ખૂટી શકે છે અથવા તો જ્યાં સુધી તેમના ઉપર કાંઈ લાગવાથી અથવા તો ખીજ કોઈ કારણથી તે નિરુપયોગી થઈ પડતી નથી ત્યાં સુધી તેમને કામમાં લેવામાં આવે છે : નવી મુશ્કેલીઓ ઊભી થતાં અથવા જૂની કૂચીના કરતાં વધારે સારી અને સરળ કૂચી મળતાં જૂની કૂચીનો ત્યાગ કરવો એ સત્યશોધકને ઈચ્છે છે.

વિજ્ઞાનના નિયમોની આ પ્રકારની અનિશ્ચિતતા જોઈને કોઈને નિરાશા થાય અને કોઈને અસંતોષ પણ ઊપજે. કોઈ એમ શંકા કરે કે આવા અનિશ્ચિત નિયમોનો ઉપયોગ શું? પરંતુ સત્યશોધકને આ શંકાની ક્ષુદ્રતા સહેજમાં સ્પષ્ટ થશે. કલાકારની કૃતિઓનું પ્રયોજન કૃતિની અપૂર્ણતામાં જ સમાય છે; કવિઓની કૃતિને પણ



કૃતિનિર્માણ સિવાય જીભુ' પ્રયોજન હોય નહિ. પરંતુ વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો સત્યશોધનના આશયથી જ રચવામાં આવે છે અને તે સત્યપ્રાપ્તિની સીડીના પગથિયાંરૂપ છે. વિજ્ઞાનનું અંતિમ લક્ષ્ય ક્વળ નિયમસિદ્ધિ કે સિદ્ધાન્તપ્રાપ્તિ નથી; નિયમો તો સત્યશોધનના સાધનરૂપ છે. સાધન અને સિદ્ધિનો ભેદ ન સમજવામાં જે અનિષ્ટ જૂલો થાય છે તેથી દૂર રહેવાની જરૂર છે. વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તોનું સાક્ષ્ય, તેમની પ્રાપ્તિ માટેની તૈયારી અને મહેનતમાં જ પ્રાપ્ત થાય છે. નવી ઘટનાનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થતાં અને તેમનો જૂના સિદ્ધાન્તોની સાથે વિરોધ દેખાતાં ઘણીવાર વર્ગીકરણની ખામીઓ અથવા જૂના પ્રયોગો કે નિરીક્ષણની ખામીઓ સ્પષ્ટ થાય છે, તેની સમજૂતી માટે નવાં તથ્યોની શોધમાં નવા પ્રયોગો કે નવાં નિરીક્ષણની જરૂર પડે છે. આ રીતે નવું નિરીક્ષણ અને નવા પ્રવૃત્તિ-માર્ગોની દિશા પ્રાપ્ત થાય છે અને તેથી જૂના સિદ્ધાન્તોનો ત્યાગ કરવા છતાં પણ જ્ઞાનની વૃદ્ધિ તો જરૂર થાય છે.

વિજ્ઞાનના નિયમો વિશે હુકસ્લીના ચમત્કારિક સબ્દો મનનીય છે: "આ જુ પ્ટને હુ' એક મોટી રમત સમજી છું: [પાનાંની] આ રમતમાં આપણને—શુદ્ધ મનુષ્યોને—હાથ લેવાનો હક આપવામાં આવેલો છે. મહાસદ્ભાગ્યે આપણા આર્થ પુરુષોએ આ રમત હાલમાં કેમ રમાય છે તે વિશે થોડાએક નિયમો શોધી કાઢ્યા છે. આ નિયમોને 'પ્રકૃતિના નિયમો' કહીએ છીએ અને તેને માન આપીએ છીએ; કારણ કે તે પ્રમાણે ચાલવાથી આપણી મહેનતનો સારો બદલો મળે છે. કલ્પનાઓ અને સિદ્ધાન્તો એ આપણાં પતાં છે અને પ્રયોગાત્મક નિર્ણયસિદ્ધિ એ આપણા હાથ છે."

સૃષ્ટિ જડ છે કે ચેતનમય છે એ પ્રશ્ન ઘણીવાર ચર્ચાય છે. પરંતુ સૃષ્ટિમાં નિયમ અને વ્યવસ્થાનું રાજ્ય છે તે વિષે શંકા નથી. ઐતિકશાસ્ત્રના નિયમો પણ જડ નિયતિવાદને આધીન છે કે કેમ તે

અમન ચર્ચાર્પદ છે. વીજાણની ગતિના નિયમો ન શોધી શકાય ત્યાં સુધી એમ માગે કે વિશ્વમાં અનિયમિતતા પ્રચલિત છે અથવા તો નિયતિવાદને બદલે અનિયતિવાદનો આશ્રય લેવો ઠીક, પરંતુ એકંદરે હુપસનબર્ગનો અનિયતિવાદનો સિદ્ધાન્ત સત્યની કે ઉપયોગિતાની દૃષ્ટિએ પણ માન્ય નથી. પણ એટલું ખરું કે જડ નિયતિને બદલે કાર્યકારણનો સંબંધ હવે વધારે ટીકો મનાય છે; વિજ્ઞાનમાં સૃષ્ટિના કર્તાને માટે સ્થાન નથી. કર્તૃત્વ ભાવનાની દરકાર રાખ્યા સિવાય અમુક ધટનામાંથી બીજી ધટના ઉત્પન્ન થાય છે કે નહિ અને તે બે વચ્ચે કાર્યકારણનો સંબંધ છે કે નહિ તે અન્વેષણમાં જડ નિયતિ ઉપર આધાર રાખ્યા વિના વિજ્ઞાન આગળ વધે છે, પરંતુ પ્રયોગમાં કેટલા ટકા સંબંધ જોવામાં આવ્યો છે એની નોંધ ઉપરથી નિયમ તારવવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવે છે.+

ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમોમાં અપવાદને સ્થાન નથી, એમ ન કહી શકાય. અમુક પરિસ્થિતિમાં અમુક કારણોના પરિણામે અમુક કાર્ય અથવા અમુક ધટના સિદ્ધ થવી જોઈએ એ નિયમના અપવાદો પરિસ્થિતિમાં કે કારણોમાં ફેરફારને ક્ષીણ થાય છે કે નહિ તે તપાસ કરવાની જરૂર તો હંમેશા રહેવાની જ; પરંતુ ૧૦૦ ધટનામાંથી, ૯૦-૯૫ ટકા સુધી પણ કાર્યકારણનો સંબંધ જોઈ કે અનુભવી શકાય તો સંતોષ મળ્યો ગણાય.

### સૃષ્ટિની એકતા

વિજ્ઞાનનો ત્રીજો મૌલિક સિદ્ધાન્ત સ્પષ્ટ કરવાની જરૂર છે. વિજ્ઞાનની શાખાઓ વિવિધ છે તે છતાં વિજ્ઞાન તો એક જ છે; અભ્યાસની સરલતા માટે વિભાજ પાડવા છતાં વિજ્ઞાનની એકતા તો સ્વતઃસિદ્ધ છે એ વિશે ધર્મીચાર આ પુસ્તકમાં ઉદ્દેશ્ય કરવામાં આવ્યો છે. વિજ્ઞાનની આ એકતાની સાથે સૃષ્ટિની એકતા પણ દર્શિત થાય છે; તેથી વિજ્ઞાનના વિવિધ પ્રશ્નોનું સ્વતંત્ર રીતે અન્વેષણ

+ Physical laws do not express absolute necessity but merely statistical probability.

કરવા છતાં પણ સૃષ્ટિસમસ્તનું જ્ઞાન મેળવવાને માટે આ વિવિધ પ્રયોગોના અભ્યાસનું એકીકરણ અને કેન્દ્રીકરણ કરવાની જરૂર પડે છે. કારણ કે સૃષ્ટિની અનેક ઘટનાઓ એકમીગ્નની સાથે આતર-સખદ હોય છે અને તે સધળાના સખધનાં મૂળ ધણીવાર અટપડી રીતે ગુચવાયેલાં હોય છે તેથી સૃષ્ટિઘટનાના વાસ્તવિક અન્વેષણને માટે આ સર્વ અનુભવોના એકીકરણની ખાસ આવશ્યકતા રહે છે, અને આ કાર્યમાં દરેક અન્વેષકને સ્પષ્ટ થતું જાય છે કે વિશ્વમાં એક જ સૂતરપે કાર્યકારણના પ્રવાહ વહે છે, અને સકલ વિશ્વમાં વ્યાપક આ સૂત્રની શોધ એ વિજ્ઞાનનું મુખ્ય કાર્ય છે. વસ્તુપેવ કુટુંબજનમ્ એ પ્રાચીન ઉક્તિનો પ્રત્યક્ષ અનુભવ વૈજ્ઞાનિકોને પ્રતિપળે થાય છે આ અનુભવથી વિમુખ થનારને સત્યપ્રાપ્તિનો લાભ મળી શકતો નથી.

પૃથ્વી ઉપરના પ્રાણીઓના જીવનના આંતરસખધની વિવિધતા વિષે પ્રો. યોમ્સને એક અતિસુંદર સખદચિત્ર આપ્યું છે તેમાંથી અવતરણ કરવાનો લોભ રોકી શકતો નથી. “હાર્વિન” જીવન્તસૃષ્ટિને વણાતા કાપડની સાથે અને કરોળિયાના\* જાળાંની સાથે સરખવી છે તેનાં બધાં પુસ્તકોમાં સૃષ્ટિમાં પથરાઈ રહેલી સમન્વય અને સંકલનાની ભાવના, અને પ્રાણીઓના એકમીગ્નના આંતરસખધની ભાવના એ એક પ્રગટામય અંતરપટ તરીકે જોવામાં આવે છે. હાર્વિન કહે છે કે ખિલાડીઓનો લરિંગના પાકની સાથે અને નાનાં અગસિયાનો પૃથ્વી ઉપરના ઘડેના પાકની સાથે સખધ છે. માઠા ગારકરમાં ફૂલને અગિયાર ઈંચ લાંબી પાંખડીઓ હોય તો હાર્વિન કહેશે કે તેની જ લાંબી સૂદગાળુ+ પતંગિયું પણ હોતું જોઈએ, નહિ તો તે સિવાય કુદનાં સુગન્ધ અને રસ વ્યર્થ જાય દૂર દૂરથી

\*સરખાવો દિદુશાઓમાં ઉર્જાનાંબિની કલ્પના અને તેના વિવિધ ઉપયોગ.

આવેલાં પક્ષીના પગ જમીન ઉપર મુકાતાં જ તેનાં પગલાંનાં આદો-  
લન દૂર સુધી પહોંચે છે; કારણ કે તેનાં પગલાં નીચેની માટીમાંથી  
ડાવિ'ન એંશી ગ્રાહવાં ઉગાડી શકે છે; કાંઈ રાગના મહેલની નજીકમાં  
ઊગતા છોડવાની જાતો જાણવાથી તેને અમુક પ્રકારની માછલી  
ખાવાનો શોખ છે એમ કહી શકાય; તેના પગ ઉપરના ચેકના  
બૂટથી સીસ નામની માછલીની કતલ યાદ આવે છે: તેના મહેલમાં  
વપરાતી હાથીદાંતની ચીજોથી હાથી પકડવાની કળાનો અને પૃથ્વી  
ઉપરથી હાથીની જાતિનો નાશ થવાનો ખ્યાલ આવે છે. સૃષ્ટિમાં  
દ્રવ્ય અને શક્તિની સતત ગતિ અને પરિક્રમણ ચાલુ રહે છે. આ  
ગતિનાં આદોલનો “ક” થી “ગ” સુધી પહોંચે છે અને પાછા  
“ગ” થી “ક” સુધી પ્રસરે છે, જો કે તેના દરેક  
અવયવને આ ગતિ અને તેની અસરનું જ્ઞાન હોતું પણ નથી.  
ઑસ્ટ્રેલિયામાં સસલાની જાત દાખલ થવાથી અથવા તો જમૈકામાં  
નેળિયા જેવાં પ્રાણી — દાખલ થવાથી અથવા તો અમેરિકાનાં  
સંયુક્ત રાજ્યોમાં ચકલીઓ દાખલ થવાથી ત્યાં ઉત્પન્ન થયેલાં  
સૃષ્ટિજીવનનાં આદોલનની અસરનો ખ્યાલ સાધારણ મનુષ્યને આવે  
મુશ્કેલ છે. જંગલ કાપવાનો અને વરસાદનો સંબંધ, ગ્રહ કાપવાનો  
અને તીડો વગેરેના ઉપદ્રવનો સંબંધ, ઊડતાં પક્ષીઓએ જુદે જુદે  
ઠેકાએ ખીજ નાંખવાથી નવે રચેલે થતાં જાતિ અને ઉપજાતિઓના  
ફેરફાર, વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ ઉપર સૂર્યના પ્રકાશ અને તેજની  
અસર—આ સર્વે અને એના જેવી અનેક ઘટનાઓથી સૃષ્ટિના  
સમન્વયની ભાવના દઢ થાય છે.” ડાવિ'નનાં ઉપરનાં દૃષ્ટાંતો સજીવ  
સૃષ્ટિમાંથી લેવાયાં છે, પરંતુ નિર્જીવ ગણાતી સૃષ્ટિમાં પણ આ  
ભાવના દઢ થવાના પ્રસંગો અનેક આવે છે. વરસાદનું પાણી ઝરા,  
નદીઓ, અને સમુદ્રમાં યજ્ઞને પવિત્ર, કુંગરો અને જમીનને અનેક  
વિશાઓથી કાનડે છે અને પૃથ્વીની ભૌતિક સ્થિતિનું રૂપાન્તર

કરે છે, તેમાં જરતીઓટ, પવન અને વાતાઓડું વગેરે પણ મદદ કરે છે. પાણીની છત અને અછત ઉપર, નદીના વહેણ અને વનણ ઉપર શહેરો અને બંદરોની આમાદી અને ખરખાદીને આધાર રહે છે. નિશ્ચય ગણાતા દ્રવ્યના અણુઓ પણ હમેશા ગતિમાન હોય છે. આ ગતિમાન અણુઓ, પરમાણુઓ અને વીજાણુઓથી જ સકળ સૃષ્ટિની રચના બધાય છે અને ત્રુટે છે. આ ગતિ, આ આંતર સંબંધ, અને સમન્વય એ સૃષ્ટિના અને તેથી વિજ્ઞાનના મૌલિક તત્ત્વરૂપ છે.

### સૃષ્ટિસમન્વયની ભાવના

આ મૌલિકતાને લીધે એટલું પણ સ્પષ્ટ થાય છે કે મનુષ્યની સ્વતંત્રતા અને સાનંદૌમતાને હદ છે, એક સમય એવો હતો કે વિશ્વનું મધ્યમિન્દુ-પૃથ્વી અને સૃષ્ટિનું મધ્યમિન્દુ-મનુષ્ય છે એમ ગણાતું. આકાશ, સૂર્ય, ચન્દ્ર, તારાગણો પૃથ્વીના તાલને માટે છે અને સૃષ્ટિ માત્ર મનુષ્યને રાજ્ય કરવાને માટે જ સર્જવામાં આવી છે એ માન્યતા ઘણા સમય સુધી પ્રચલિત હતી. અર્વાચીન વિજ્ઞાનની પ્રગતિની સાથે આ માન્યતાની ખૂન સ્વીકારાતી ગઈ. ઉત્ક્રાન્તિવાદે પણ મનુષ્યના ગર્વ અને અજ્ઞાનના આવરણો ભેદીને પરમ સત્યની ઝાંખી કરાવી વિજ્ઞાનની શાખાઓ, ઉપશાખાઓ અને ઔપપત્તિક વિભાગોના વિકાસની સાથે સૃષ્ટિના સમન્વયનો સિદ્ધાન્ત સ્પષ્ટ રીતે સ્વીકારાવા લાગ્યો, જક અને એતન સૃષ્ટિ અસંમદ અને વિચિછન્ન નથી પરંતુ સૃષ્ટિમાન સંબંધ અને સમન્વિત છે એ સ્વીકારાવાની સાથે કેવળ જકવાદની પ્રતિષ્ઠા ઓછી થઈ ગઈ માનવશાસ્ત્ર અને ખાસ કરીને તુલનાત્મક માનવશાસ્ત્રનો વિદાસ થવાથી, પ્રાણીમાત્રમા અમુક પ્રકારના માનસિક વ્યાપારો થાય છે તેના અભ્યાસથી, અને વનસ્પતિઓમાં પણ પ્રાણીના જેવા જીવનવ્યાપારો નિરખી શકાય તેના મનનથી, વૈજ્ઞાનિકોની ખાત્રી થતી જાય છે કે સૃષ્ટિમાં કેવલ

જડ ઉપરાત બીજું કાંઈ છે. જડના બુદ્ધ બુદ્ધ વિભાગો સમન્વિત છે, તેવી જ રીતે જડ અને ચેતનના બુદ્ધ બુદ્ધ વિભાગો સમન્વિત છે, સકળ સૃષ્ટિ સમન્વિત છે. આ સમન્વયની વાવના સૃષ્ટિ-નિરૂપણમાં અને વિશ્વક્રિયા સમજવામાં ઘણી જ ઉપયોગી છે.

આ દૃષ્ટિથી વૈજ્ઞાનિક વર્ણનની વિશિષ્ટતા એક સાધારણ દૃષ્ટાંત લઈને તપાસીએ. એક સાધારણ પાટલો, ટેબલ, કે ખુરશીનું વર્ણન કરવું હોય તો પહેલાં તો તેનું બાહ્ય દૃશ્ય—બહારનો દેખાવ—આકાર, ઊંચાઈ, નીચાઈ, પહોળાઈ, નરમાસ, રંગ-પોલીશ, લીસાપણુ વગેરે જાણવું પડે છે તે જાણ્યા પછી પણ વનસ્પતિવેત્તાને જાણવાનું બાકી બાકી રહે છે.

વનસ્પતિવેત્તા તે કંઈ જાતના લાકડામાંથી બનાવનામાં આવ્યો છે તે કહી શકે છે. સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી તેની અંદરની રચના અને વનસ્પતિની જાત વિશે વધારે જ્ઞાન મેળવી શકે છે, અને વનસ્પતિના જીવનકાળમાં થી કેવી રીતે તે લાકડું બનાવ્યું હશે તે કહી શકે છે. ભૌતિકવેત્તા કહેશે કે આ લાકડાની નજીરતા અને સ્થિતિસ્થાપકતા વગેરે ગુણો સમજવાને માટે તેનું બાહ્ય જુદાં જુદાં અણુઓનું બનેલું છે એમ કહીને જોઈએ આ અણુઓનું વિભાજન રસાયનવિદ્યામાં થાય છે અને રસાયનવેત્તાએ કહી શકશે કે આ અણુઓમાં કેટલા પરમાણુઓ રહેલાં હોય છે, તેમાં કાર્બન, હાઈડ્રોજન અને ઓક્સિજનના પરમાણુઓની સંખ્યા પણ તેઓ જોઈ શકે છે. લાકડું બળવાથી આ પરમાણુઓની વ્યવસ્થા ફેરવાઈ જાય છે અને નવા રૂપાંતરે ઉત્પન્ન થાય છે, તે છતાં તેમનું કુલ વજન એટલું ને એટલું જ રહે છે આ પરમાણુઓનો વધારે અભ્યાસ કરતાં એમ સિદ્ધ થયું છે કે જેમ અણુઓ પોતે ગતિમાન હોય છે તેમ પરમાણુઓની અંદર પણ ગતિ હોય છે. આ પરમાણુની રચના સૂક્ષ્મગોળના જેવી મળાય છે, એક મધ્યસ્થ જડ અને ધન બિન્દુની ચારે તરફ દબકા વજનનાં નિષ્કુ

દણ્ડો નાચતા ફૂદતા અને પરિભ્રમણ કરતા જણાય છે. આ વિદ્યુદણ્ડો, પરમાણુઓ અને અણુઓના એવા વિલક્ષણ વ્યૂહ રચાય છે કે જેમાંથી અમુક રંગના જ પ્રકાશના કિરણો નીકળે એવું નક્કર રૂપ, લોકડું પકડે છે. આ પ્રમાણે રૂપ, રંગ, વગેરે બાહ્ય સ્વરૂપ તેમ જ આંતર રચના વગેરેનો વિચાર જુદી જુદી દૃષ્ટિથી કરવાને પાટલાના બાહ્ય સ્વરૂપથી આપણે બહુ જ દૂર જવું પડે છે. પરંતુ આ બધું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કર્યા સિવાય પાટલા જેવી સાધારણ વસ્તુનું અંતિમ અને યથાર્થ જ્ઞાન થઈ શકે નહિ. ઘટનું ઘટત્વ અને પટનું પટત્વ નૈયાયિક શુદ્ધિથી શોધવાના બધા પ્રયત્નો આવા સંપૂર્ણ જ્ઞાનવિના નિષ્ફળ થાય છે. સૃષ્ટિ સમન્વિત છે અને આ સમન્વયની ઉપેક્ષા કરવાથી સત્યપ્રાર્થિ માટેના પ્રયત્નો બ્યથા જાય છે. તેથી ઉલટું કેવલ ભૌતિકવિદ્યા કે કેવલ વનરપતિવિદ્યા કે વિજ્ઞાનની કાંઈ એક જ શાખાથી અંતિમ સત્યના મહાન, અને વિશાળ પ્રશ્નોનો ઉકેલ-ઉત્તર આપી શકાય નહિ. આવા પ્રશ્નોનો ઉકેલ પરમાર્થશાસ્ત્રનવડે યથા જોઈએ, પરંતુ આ પરમાર્થશાસ્ત્ર વિજ્ઞાનની સાથે સંબંધ અને સમન્વિત હોવું જોઈએ. સૃષ્ટિના સમન્વયની સાથે જ્ઞાનનો સમન્વય પણ સ્વીકારવો જોઈએ; અને તેથી સત્યશોધકને એકલા તત્ત્વજ્ઞાન કે એકલા વિજ્ઞાનથી સંતોષ થઈ શકે જ નહિ. વિજ્ઞાન આ સંબંધ સ્વીકારીને જ આગળ વધવાનો આગ્રહ કરે છે; અને તેથી આ સમન્વયની ભાવના વિજ્ઞાનમાં લાક્ષણિક જ ગણી શકાય, જીવન અને સક્રિય, શરીર અને મન, શારીરિક અને માનસિક ક્રિયાઓ, ભૌતિક વાતાવરણ અને કાર્યદક્ષતાનો વગેરે પ્રકારના સંબંધોના અન્વેષણમાં વિજ્ઞાનની અનેક શાખાઓનું સમીકરણ કરવું પડે છે. તેથી જ રીતે દેશના વિકાસના આયોજન માટે પણ વિજ્ઞાનની લગભગ બધી શાખાઓનો સમન્વય કરવામાં ન આવે ત્યાં સુધી કાર્યમાં સફળતા ન મળે.

કરીશું. વર્ણનાત્મક શાસ્ત્રમાં ભૌતિક સૃષ્ટિ અને જીવમય સૃષ્ટિનાં શાસ્ત્રો એમ બે મુખ્ય વિભાગ પાડીશું. ભૌતિક સૃષ્ટિનાં શાસ્ત્રોમાં ભૌતિકશાસ્ત્ર, રસાયણશાસ્ત્ર, ભૂવિદ્યા, ભૂગોળવિદ્યા, ખગોળવિદ્યા, યંત્રવિદ્યા વગેરે આવી જાય છે. જીવમય સૃષ્ટિનાં શાસ્ત્રોમાં પ્રાણીવિદ્યા વનસ્પતિવિદ્યા તેમ જ માનસશાસ્ત્ર અને સમાજશાસ્ત્ર એ મુખ્ય ગણાય છે.

### ભાવાત્મક વિજ્ઞાન

વિજ્ઞાનના ભાવાત્મક અને વર્ણનાત્મક એ બે મુખ્ય વિભાગમાં ભાવાત્મક x અને વર્ણનાત્મક + એ સંબંધનો અર્થ સ્પષ્ટ કરવાની જરૂર છે. મનુષ્યને યતા યાનના બે મુખ્ય વિભાગ પાડી શકાય; એક તો વસ્તુઓનું વર્ણનાત્મક યાન; દાખલા તરીકે ચાર પગવાળી ગાય જોવાથી તેનું વર્ણન આપણા મનને પહોંચી શકે છે. ખીજું, યાનના ભાવ કેવી રીતે આપણને પ્રાપ્ત થાય છે, ગાયનો વિચાર શી રીતે આપણા મનને પહોંચે છે, તે પદ્ધતિનું યાન. વર્ણનાત્મક યાનમાં આપણા અનુભવ અને અનુભવજન્ય પ્રમેયમાંથી યતા અનુમાનનો સમાવેશ થાય છે. ખીજી તરફથી ભાવાત્મક યાનમાં અનુમાનની પદ્ધતિ, અન્વેષણનાં નવીન સાધનો, અને વિજ્ઞાનના નિર્ણયની સંપૂર્ણતા અને વારતવિકતા વગેરેની પરીક્ષા અને વિવેચનનો સમાવેશ થાય છે.

સાધારણ રીતે કાલ અને દિક્ એ બે દૃષ્ટિએ આપણા અનુભવો જુદા પડે છે. હવે કાલ અને દિક્ના ભિન્ન ભિન્ન ભાવો સ્વતંત્ર હોઈ શકે અથવા તો દિક્ અને કાલ બન્નેને લાગુ પડે તેવા સામાન્ય સંબંધો પણ ઉદ્ભવી શકે. આવા યાનબોધનના સામાન્ય સંબંધો ગુણવાચક અથવા સંખ્યાવાચક હોઈ શકે અને તે પ્રમાણે વિજ્ઞાનની જુદી જુદી શાખાઓ નીકળે છે. (૧) ગુણવાચક સંબંધોનું વિવેચન ન્યાયશાસ્ત્રમાં થાય છે, અને તે વિવેચનમાં પદાર્થોના સાધર્મ્ય અને વૈધર્મ્યના બોધનના નિયમો, અથવા તો વિચારના નિયમોનું શોધન



થાય છે. આ નિયમો ઉપરાંત વિચારનાં નવાં ઉપકરણોના અને જ્ઞાનની પદ્ધતિના સંશોધનને માટે પદ્ધતિશાસ્ત્રનો વિષય પણ જુદો પડે છે. આવા સંબંધોમાં વિવેચન અને નિર્ણય યથા પછી પણ જ્ઞાન માત્રની યથાર્થતાની પરીક્ષા કરવાને માટે પરમાર્થશાસ્ત્રની જરૂર પડે છે. આ સમૂહના સધર્મા શાસ્ત્રો ફિલસૂફી-તત્ત્વજ્ઞાનના સામાન્ય નામથી ઓળખાય છે. (૨) સંખ્યાવાચક સંબંધોમાં નિશ્ચિત સંખ્યા અને અનિશ્ચિત અથવા ચલિત સંખ્યા એ બે પ્રકાર પ્રવેશ થાય છે. નિશ્ચિત સંખ્યાની વિધામાં અંકમણિત, અક્ષરવૃદ્ધિ એ બે વિષયો તો પ્રસિદ્ધ છે. પરંતુ પરિમાણની માપણી કેવી રીતે કરવી છે અને કેવા પ્રકારની અને કેટલી મૂલ યથાતો સંસ્કર કે તે સંસ્કરો આપણે જાણવું જોઈએ. આ ઉપરથી સાંખ્યિક અને સ્તોત્રિક શ્રદ્ધિ. માણોના વિવેચનની જરૂર પડે છે. અને તે દેહક પ્રવેશને માટે તે ઉપરથી માપણીના સિદ્ધાન્ત તેમ જ સંસ્કરણ સિદ્ધાન્ત, અને મણુનાશાશ્રના મૂલ સિદ્ધાન્ત વગેરે વિષયો સ્પષ્ટ થાય છે. દેહક વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણમાં જે કોઈ સંસ્કરણ નિષ્ફળ થાયને માટે પ્રયત્ન કરવામાં આવે છે તેમાં જુદીજુદી સંસ્કરણ સંબંધની સંસ્કરણના નિર્ણય માટે ચોક્કસાઈ મેળવવા કેવું તે સંસ્કરણની જરૂર મલક લેવી પડે છે. ધણીવાર સંસ્કરણ કોઈ એક સંસ્કરણ જરૂર નાના પરસ્પર સંબંધમાં કેટલાક સંસ્કરણ દેશે છે તે સંસ્કરણ રહે છે.

વિભાગ—ચક્ષુ-કલન<sup>૧</sup> અને ચક્ષુશિક્ષકન<sup>૨</sup> વગેરે વિષયો પ્રાપ્ત થાય છે. (૩) હવે દિગ્ના-સ્થાનાંતરના વિશેષ સંબંધ બે રીતે કહી શકાય. એક તો બિંદુઓ, લીટીઓ અને તલ-સપાટીના ફક્ત પરસ્પર સંબંધો જ વિચાર કરીએ અને બીજી<sup>૩</sup> તેમના ઉપર અંતર, ક્ષેત્રફળ અને ધનફળના પરિમાણના માપ લઈ શકીએ. પહેલામાં સાદી ભૂમિતિ આવે છે તેની ઉપરથી યંત્રકળાને ઘણી મદદ મળી છે. અને તે રીતે તે વિદ્યાને હજી વધારે ખિલવવામાં આવે છે. બીજી રીતે કહ, અંતર, ક્ષેત્રફળ અને ધનફળ માપવામાં ત્રિકોણમિતિ<sup>૪</sup> અને યક્ષેત્રાંશિતિ નામના ખાસ વિષયોની જરૂર પડે છે. સ્થલ અને કાલ એ બંનેનું અંતર અને ફેર થયેથી ગતિ થાય છે અને ગતિ સંબંધી વિદ્યા પણ એક સ્વતંત્ર શાસ્ત્ર-ગતિવિદ્યા તરીકે ઓળખાય છે. આ બધા વિભાગોનો સંબંધ છેવટે આપેલા કોઈ ઉપરથી સ્પષ્ટ થશે. વિનિયુક્ત વિદ્યાની ઉપશાખાઓ પણ ત્યાં જ દર્શાવવામાં આવી છે.

### વર્ણનાત્મક વિજ્ઞાન

ભાવાત્મક જ્ઞાનના વિષયો આપણે જોઈ ગયા. હવે વર્ણનાત્મક શાસ્ત્રો<sup>૫</sup> તરફ નજર ફેરવીએ. સૃષ્ટિના વર્ણનમાં સજીવ સૃષ્ટિ અને નિજીવ અથવા ભૌતિક સૃષ્ટિ એમ બે વિભાગ સ્પષ્ટ પડે છે. સજીવ અને નિજીવ સૃષ્ટિ વચ્ચે અંતર કોઈ વખત સાંકડું થઈ જાય છે, અને જગદીશચંદ્ર બોસના અન્વેષણ પ્રમાણે સજીવ અને નિજીવ વસ્તુઓનું ફેટલાએક પ્રકારનું સામ્ય સિદ્ધ થયું છે. તે છતાં બંનેની વચ્ચેનો ભેદ ઘણો જ વિશાળ હોવાથી તે બે શાખાઓને જુદી પાડવી જરૂરની છે. ભૌતિક સૃષ્ટિમાં પણ બે મુખ્ય ભેદ જણાય છે; એક તો દ્રવ્ય<sup>૬</sup> અને બીજી શક્તિ<sup>૭</sup>. ભૌતિક પદાર્થોનું-તેમના સ્વરૂપનું-

1. Differential 2. Integral 3. Trigonometry 4. Mensuration  
5. Concrete Sciences 6. Matter 7. Energy

ચલન અને મૂળ પ્રકૃતિના બંધારણના પ્રશ્નોનો એક વિભાગમાં સમાવેશ થાય છે. શક્તિ અને ગતિ, તેમના સ્વરૂપ અને તેમની વિભૂતિઓ અને તેમનો વ્યાવહારિક ઉપયોગ વગેરે ચર્ચવાને માટે બહુ ઘણાં શાસ્ત્રોની જરૂર પડે છે.

ભૌતિકશાસ્ત્ર

હજી પશુ દ્રવ્ય અને શક્તિનાં મૂલતત્ત્વોના વાસ્તવિક સંબંધના સંશોધન માટે ભૌતિક વિદ્યાની નવી નવી શાખાઓ રચાતી જાય છે.

### રસાયનશાસ્ત્ર

ભૌતિકશાસ્ત્રનું અંતિમ લક્ષ્ય શક્તિનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ સમજવાનું છે; તેવી જ રીતે રસાયનશાસ્ત્રનું અંતિમ લક્ષ્ય પદાર્થનાં સ્વરૂપ અને બંધારણ સમજવાનું છે. શક્તિ અને પદાર્થના અંતિમ સ્વરૂપ વિષે ભૌતિકશાસ્ત્ર અને રસાયનશાસ્ત્ર બંનેને કાર્થક કહેવાનું હોય છે અને તેમની સીમા પરનો કેટલોએક પ્રદેશ બંને શાસ્ત્રો વચ્ચે સામાન્ય ગણી શકાય, અણુ, પરમાણુ અને વીજાણુના સ્વરૂપ અને અંતિમ બંધારણ વિષે બંને શાસ્ત્રોએ સારો પ્રકાશ પાડ્યો છે. દ્રવ્યોનું રાસાયનિક પૃથક્કરણ અને અવિભાજ્ય તત્ત્વોનું સંશોધન, રાસાયનિક સંયોજનના નિયમોનું અન્વેષણ, તેમ જ સૃષ્ટિની દરેક ધટનાની રાસાયનિક દૃષ્ટિથી તપાસ એ રસાયનશાસ્ત્રનું ખાસ કામ છે. પદાર્થના અંતિમ તત્ત્વોના નિર્ણયમાં રસાયનશાસ્ત્રનું ખાસ કામ પડે છે અને આ ભૌલિકતાને લીધે દરેક વિજ્ઞાનના અભ્યાસીને રસાયનશાસ્ત્રની થોડી ધણી જરૂર પડે છે, અને તે કારણથી વિજ્ઞાનને એવો કોઇ પ્રદેશ નહિ હોય કે જ્યાં કોઇપણ પગલે રસાયનશાસ્ત્રનું કામ ન પડે.

### ખગોળવિદ્યા

સૃષ્ટિવર્ણનમાં પૃથ્વી અને પૃથ્વી બહારની સૃષ્ટિ એ બે સ્પષ્ટ વિભાગ પડે છે. મનુષ્યનું રહેઠાણ પૃથ્વી ઉપર જ થવાથી તે સંબંધી મનુષ્યનું જ્ઞાન વધારે હોય તે સ્વાભાવિક છે, પણ પૃથ્વી બહારની સૃષ્ટિ કાર્થ નાની અથવા તો અગત્ય વિનાની ન ગણી શકાય. ખગોળવિદ્યામાં સૂર્યમંડળ, ધૂમકેતુઓ-નિહારિકા-આકાશગંગા, વગેરેનું વર્ણન થાય છે. તે દરેકની ગતિ વિષે હજારો વર્ષથી નિરીક્ષણ થતું આવે છે

જાતો એવી મળી આવે છે કે જેમને કયા વર્ગમાં મૂકવી એ પ્રશ્ન ધરો જ વિવાદાસ્પદ રહે છે. તે છતાં સાધારણ વનસ્પતિ અને પ્રાણી—ઝાડ અને દેર—વચ્ચેનો ફેર આપણે સહેલાઈથી સમજી શકીએ છીએ. આથી જીવવિજ્ઞાના મુખ્ય વિભાગ વનસ્પતિવિજ્ઞાન અને પ્રાણીવિજ્ઞાન એમ બે પડે છે. જેવી રીતે અચેતન સૃષ્ટિમાં ખીજ તારા અને મહોના કરતાં પૃથ્વી વિષેનું આપણું જ્ઞાન વધારે વિશાળ અને સંપૂર્ણ છે તેવી જ રીતે ખીજા પ્રાણીઓ કરતાં મનુષ્યનાં જીવન, ઉત્પત્તિ, અને લય વિષે આપણે વધારે સારું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરી શક્યા છીએ. આથી મનુષ્યસંબંધી જ્ઞાનની શાખા પ્રાણીવિજ્ઞાનથી દૂર રાખવામાં જ સુગમતા છે. ચાર સામાન્ય ઉપશાખાઓ.

વનસ્પતિ, પ્રાણી અને મનુષ્યસંબંધીનાં જ્ઞાનને જીદા જીદા વર્ગમાં રાખવા છતાં પણ સજીવસૃષ્ટિની અભ્યાસની પદ્ધતિના મુખ્ય ભાગ લગભગ સરખા જ છે. એક નવી વનસ્પતિ અથવા નવું પ્રાણી જોતાં જીવવિજ્ઞાના અભ્યાસકર્તા જે વિચારો ઉપસ્થિત થાય છે તે ધણું કરીને ચાર જાતના પ્રશ્નોમાં વહેંચી શકાય. (૧) તે શું છે? તેનો બાહ્યકાર અને સ્વરૂપ કેવા છે? (૨) તે કેવી રીતે જીવે છે? તેની આંતરરચના અને તેના જીવનવ્યાપાર કેવા છે? (૩) તે કેવી રીતે જન્મે છે? તે પ્રાણીની વ્યક્તિ તરીકેની વૃદ્ધિ અને જાતિની વૃદ્ધિ કેવી રીતે થાય છે? (૪) તે જીવોની ઉત્ક્રાન્તિ શી રીતે થઈ હશે? તેમનું મૂળ સ્વરૂપ કેવું હશે અને તેમાંથી તેમનું હાલનું સ્વરૂપ કેવી રીતે ઉત્ક્રાન્ત થયું હશે? આ ચાર પ્રકારના પ્રશ્નોમાંથી ચાર ઉપશાસ્ત્રો (૧)રચનાશાસ્ત્ર (૨)વ્યાપારશાસ્ત્ર (૩)ગર્ભવિજ્ઞાન (૪) ઉત્ક્રાન્તિવિજ્ઞાન ઉદ્ભવે છે. વનસ્પતિશાસ્ત્ર અથવા પ્રાણીવિજ્ઞાન અથવા મનુષ્યની શારીરવિજ્ઞાન એ દરેકમાં આ ચાર દૃષ્ટિએ મોટા વિભાગ પડે છે. માનસશાસ્ત્ર

શરીરરચનાશાસ્ત્ર, શરીરવ્યાપારશાસ્ત્ર, જાતિવિકાસવિજ્ઞાન, અને ઉત્ક્રાન્તિવાદ એ ચારેની જીદી જીદી દૃષ્ટિથી દરેક પ્રાણી અને વનસ્પતિનો

અભ્યાસ કરવામાં આવે છે એ આપણે જોઈએ. પ્રાણીઓની સૃષ્ટિના રાગ તરીકે મનુષ્ય શ્રેષ્ઠ સ્થાન ભોગવે છે, અને તેના સંબંધી જ્ઞાન મેળવવાના સાધનો અને સમયડો વધારે હોવાથી મનુષ્યસંબંધી શરીરરચનાશાસ્ત્ર, શરીરવ્યાપારશાસ્ત્ર, ગર્ભવિદ્યા, સુપ્રજનનવિદ્યા, મનુષ્યવિદ્યાર નૃકુલવિદ્યા વગેરે વિષયો સારી રીતે ખેડાયેલા છે. બીજા પ્રાણીઓ કરતાં મનુષ્યનું મન અને માનસિક પ્રવૃત્તિ વિલક્ષણ હોય છે; અને તેના અભ્યાસને માટે વિજ્ઞાનની એક જુદી શાખા કરવી પડી છે. આ શાખાને માનસશાસ્ત્ર કહે છે. તે વિષયમાં મનુષ્યની લાગણીઓ, ઇતિઓ, તેના સામાજિક, માનસિક અને ધાર્મિક વિચારોના અભ્યાસનો સમાવેશ થાય છે. એક બાજુથી જ્ઞાન, જ્ઞાતા અને જોયના અભ્યાસને લઈને માનસશાસ્ત્ર પરમાર્થશાસ્ત્રની સાથે સંબંધ છે અને બીજી બાજુએ મનુષ્યના માનસિક અને શારીરિક વ્યાપારના સંબંધને લઈને શરીરવિદ્યાની સાથે સંકલિત છે. મનુષ્યની સર્વ પ્રવૃત્તિઓમાં પરિણમી ગિન્ન માનુષિકતાનું જે કંઈ દર્શન થાય છે તેનું મુખ્ય કારણ તેના માનસિક વ્યાપારનું છે. આ માનસ-વ્યાપારના અભ્યાસથી અર્વાચીન મનુષ્યવિદ્યાના દરેક પ્રદેશમાં ફેરફાર થયો છે. તે ફેરફાર વિષે એટલું યાદ રાખવું જોઈએ કે તત્વજ્ઞાનીઓ અને પરમાર્થશાસ્ત્રીઓના પાસમાંથી છટીને સ્વતંત્ર થયા પછી જ માનસશાસ્ત્રનો વિકાસ સારો થઈ શક્યો છે. પ્રયોગાત્મક માનસશાસ્ત્ર પર જ હાલના માનસશાસ્ત્રના સિદ્ધાન્તો રચાયેલા છે; અને તેથી તેને જીવવિદ્યાની એક શાખા તરીકે મૂકવામાં આવ્યું છે. તેનું બીજું કારણ એ છે કે મનુષ્ય સિવાય બીજા પ્રાણીઓની માનસિક પ્રવૃત્તિનો અભ્યાસ હવે વિશાળ થતો જાય છે, કૃતરા અને ઘેઘાની માનસિક પ્રવૃત્તિ વિષે ધણી કાળથી સાધારણ વાનો સાંમગ્નવામાં આવે છે; પરંતુ હવે તો મધમાખ અને કીડી જેવાં નાનાં પ્રાણીઓની માનસિક પ્રવૃત્તિઓનો પણ ચોક્કસ અભ્યાસ થયો છે, અને તેમની સમાજજીવન અને સમાજજીવન કેટલેક અંશે અદર્શન થઈ એમ સિદ્ધ થઈ છે.

વિજ્ઞાન	જ્ઞાનભાગ્યક વિજ્ઞાન.	ભૌતિક સૃષ્ટિવજ્ઞાન.	સજીવ સૃષ્ટિવજ્ઞાન.	મનુષ્ય	પદાર્થના સ્વરૂપ વિશે.	
	કા પદ્યુનાત્મક વિજ્ઞાન.					<p>ગુણવાચક સંબંધો વિષે—યાયશાસ્ત્ર, પદ્ધતિશાસ્ત્ર, પરમાર્થ-શાસ્ત્ર પરિમાણવાચક સંબંધો વિષે—ગણિતશાસ્ત્ર, અંક-ગણિત, અક્ષરગણિત, કલનવિદ્યા વગેરે</p> <p>દિગ્ અને સ્થાનના સંબંધો વિષે—ભૂમિતિ, ક્ષેત્રમિતિ, ત્રિકોણમિતિ, (વિનિયુક્તશાસ્ત્રો—ગતિવિદ્યા, ખમડળગતિવિદ્યા, જલગતિવિદ્યા, ઉષ્માગતિવિદ્યા, વીજગતિવિદ્યા) શક્તિ અને તેની વિભૂતિઓ વિષે—સામાન્ય ભૌતિકશાસ્ત્ર, ઇલેક્ટ્રિકશાસ્ત્ર, ઉષ્માશાસ્ત્ર, વીજશાસ્ત્ર, યુગ્મકશાસ્ત્ર, પ્રકાશવિદ્યા.</p>
						<p>૫ યિંવ—ભૂવિદ્યા, ભૂગોળવિદ્યા, હવામાનવિદ્યા, સમદ્ર-વિદ્યા, સિદ્ધાવિદ્યા, ખનિજવિદ્યા, ભૂગર્ભવિદ્યા, ભૂસ્તરવિદ્યા, પ્રાચીનભૂવિદ્યા</p> <p>અપાર્થિક—ખનિજવિદ્યા</p> <p>સાપેક્ષિક રસાયનશાસ્ત્ર, ખનિજરસાયન, પ્રાણીજરસાયન ભૌતિકરસાયન, ધનરસાયન, ૧ રંગપટ્ટરસાયન ૨ (વિનિયુક્ત શાસ્ત્રો—યંત્રવિદ્યા, નૌકાશાસ્ત્ર, ખનનવિદ્યા, ધાતુવિદ્યા, કૃષિવિદ્યા, ઔદ્યોગિકરસાયન, રસાયણ, જીવરસાયન.)</p>
						<p>વનસ્પતિ—વનસ્પતિવિદ્યા, વનવિદ્યા, અન્ન—ઉષ્માદનવિદ્યા પ્રાણી—પ્રાણીવિદ્યા, જન્તુવિદ્યા તુલનાત્મક પ્રાણીવિદ્યા શારીરિક—શરીરરચનાશાસ્ત્ર, શરીરરચનાપારશાસ્ત્ર, ઉત્પત્તિશાસ્ત્ર, ઉત્ક્રાન્તિવિચાર—આ ચાર ઉપશાસ્ત્રો સજીવસૃષ્ટિવિજ્ઞાનના દરેક વિભાગને સામાન્ય હોય છે</p> <p>માનસિક—માનસશાસ્ત્ર, અધ્યાત્મવિદ્યા, ભૌતિકમાનસ સમાજક—સમાજશાસ્ત્ર, નૃકલવિદ્યા, મનુષ્યવિદ્યા. (વિનિયુક્ત શાસ્ત્રો—વૈદ્યકશાસ્ત્ર, ઔષધવિદ્યા આરોગ્ય-વિદ્યા, સુખગનનવિદ્યા, શિક્ષણશાસ્ત્ર, નીતિશાસ્ત્ર, કલાશાસ્ત્ર, રાજ્યશાસ્ત્ર, પૌરશાસ્ત્ર, અર્થશાસ્ત્ર, સાહિત્ય, કવિતા, કલા, નૃત્ય, સંગીત વગેરેનો શાસ્ત્રીય અભ્યાસ અને સંશોધન, આયોજન-વિદ્યા, સમાજનિર્ધારણ.)</p>

ઇતિહાસ વિષે ત્રણ જુદાં પ્રકરણ પાડીને આ વિષયને કુલ સાત પ્રકરણમાં વહેંચી નાંખ્યો છે. આ ઐતિહાસિક દિગ્દર્શનમાં સંપ્રત-કાળ સુધીની વિજ્ઞાનની સ્થિતિનું વર્ણન આપવામાં આવ્યું છે કે-જેથી વિજ્ઞાનના અંતિમ અને સામાન્ય પ્રશ્નોના વિવેચન માટે આવશ્યક સામગ્રી પણ તૈયાર થાય. આ ઐતિહાસિક દિગ્દર્શનમાં ઉપયોગી થાય તેવી માર્ગસૂચક તિથિઓની યાદી નીચે આપવામાં આવી છે, તેથી સ્પષ્ટ થશે કે વિચારની સરળતા માટે વિભાગ પાડવા છતાં પણ સૃષ્ટિનો ઇતિહાસ સંગઠ્ય છે. પૃથ્વીના અને મનુષ્યના ઇતિહાસનાં વર્ષો જોતાં વિજ્ઞાનની વ્યાપ્તિવસ્થાનું આપણને કાંઈક જ્ઞાન થાય છે. તેથી વિજ્ઞાનનાં પરાક્રમે કરતાં વિજ્ઞાનનું ભવિષ્ય હજી વધારે ઉજ્જવળ છે એમ આશા રાખી શકાય.

આઠ કરોડ વર્ષ પહેલાં—નિર્જંવયુગ

૭	“	“	“	જીવનારંભયુગ
એ	“	“	“	પ્રાથમિક જીવનયુગ, દરિયાઈ વીંછીનો યુગ
ચાર	“	“	“	પ્રાથમિક જીવનયુગનો ઉત્તર ભાગ (માછલી, મૃત્યુયુગ)
એક	“	“	“	પ્રાથમિક જીવનયુગ (સાપ, પગવાળાં પ્રાણીઓ)
આઠીસલાખ	“	“	“	અર્વાચીન જીવનયુગ (અંચળવાળાં પ્રાણીઓ)
૭	“	“	“	અર્વાચીન જીવનનો આરંભ
૫	“	“	“	પ્રથમ દ્વિમયુગ
૫૦ હજાર	“	“	“	ચતુર્થ દ્વિમયુગ—નિઅ-ડરથાલ યુગના મનુષ્ય
૧૫ થી ૩૫	“	“	“	સાંપ્રતકાળના મનુષ્યનું આગમન
૧૫ હજાર	“	“	“	ઐતિહાસિક કાળની શરૂઆત
ઈ.સ. પૂર્વે ૨૦૦૦	“	“	“	ઋગ્વેદ
૧૪૦૦	“	“	“	હિંદમાં ચંદ્રસાચિનું નિર્માણ
૧૨૧૦	“	“	“	મહાભારતનું શુદ્ધ



‘ઈ. સ. પૂર્વે’ ૮૦૦ “ “ પાણિનિ; શક્યમુત્ર; કાર્થેજની સ્થાપના;  
હુમરનો સમય

૭૫૦ “ “ કપિલનો નિરીશ્વરવાદ

૫૫૭ ગૌતમમુદ્દનો જન્મ; કન્દુશિયસનો હવનકાળ

૫૦૦ “ “ ચરક-આયુર્વેદના સંસ્થાપક-નો કાળ

૪૮૪ “ “ હિરોડોસનો જન્મ

૩૮૨-૩૨૨ “ “ ઍરિસ્ટોટલ

૩૨૩ સિકંદરનું મૃત્યુ

૩૨૦ ચંદ્રગુપ્તનો સમય

૩૦૬-૨૮૩ ચુકલીડ

૨૭૩ અશોક

૨૮૦-૨૫૦ ઍરસ્ટાર્કસ

૨૮૭-૨૧૨ આરકામીડીસ

૪૪ બુલિયસ સીઝરનું ખૂન

‘ઈ. સ. ૩૦ ઇસુ ખ્રિસ્તને ફાંસી

૨૭-૭૬ પ્લીની

૭૮-૧૫૦ ભારત, કાશ્યપર, ચારકંદ, ખોતાન, વગેરે  
દેશના રાગ કનિષ્કનો સમય

૧૦૦ મુગ્ધતનો કાળ

૫૦૦-૫૫૦ વિક્રમાદિત્ય, કાળિદાસ વગેરેનો સમય

૫૭૦ મહમદનો જન્મ

૪૭૬-૬૩૦ ખગોળવેના આયર્ભટ, વરાહમિહિર, બ્રહ્મગુપ્ત,  
ભાત્હરિ, હાડિ અને હુયનો સમય

૭૦૦ વાઝઅટ

૧૦૦૦ ક્રોડસ-ઈસ્લામ અને ઈસાઈ ધર્મ વચ્ચે યુદ્ધ

૧૦૩૩ આલ્બેર્ટની

૧૨૧૦-૧૨૪૭ સારંગદેવનું સંગીત-રતનાકર

- ૧૨૧૪ સારકરાચાર્ય  
૧૨૯૩ રોજર બેકન-પ્રયોગાત્મક વિજ્ઞાનના પિતાનું મૃત્યુ  
૧૨૯૫ માર્કો પોલો  
૧૩૫૦ સારંગધર  
૧૪૪૬ જાપવાની કળાની શોધ. કેક્ટન ૧૪૨૨-૧૪૪૧  
૧૪૫૩ ઇરિતજીલ તુર્કીના હાથમાં  
૧૪૭૬-૧૫૪૩ કૉપરનીકસ  
૧૪૮૩-૧૫૪૬ માટીનું હથુપરનો સમય  
૧૪૯૨ કોલમ્બસના હાથે અમેરિકાની શોધ  
૧૪૯૮ વાસ્કો ડી ગામા હિન્દમાં  
૧૫૧૮ { લિયોનાર્ડો ડ વીન્સીનું મૃત્યુ  
          { મેગેલનની પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા  
૧૫૨૬ બાબર-મોગલ વંશની સ્થાપના  
૧૫૪૩ કૉપરનીકસનું મૃત્યુ  
૧૫૬૦-૧૬૪૭ સંગીતરૂપણના કર્તા હામોદર  
૧૫૬૧ ગેલીલિયોનો જન્મ; નેપલ્સમાં વિજ્ઞાન સભાની  
          સ્થાપના  
૧૫૭૧-૧૬૩૦ કેપ્લર  
૧૫૭૮-૧૬૫૭ રકતપરિક્રમણના શોધક હાવેનો સમય  
૧૬૨૦ અંગ્રેજો અમેરિકામાં સંસ્થાન સ્થાપે છે  
૧૬૨૬ લોડ બેકનનું મૃત્યુ  
૧૬૪૨ ગેલીલિયોનું મૃત્યુ; ન્યૂટનનો જન્મ  
૧૬૪૫ { રોયલ સોસાયટીની સ્થાપના  
          { રોયલ બોયલ  
૧૬૬૦-૧૭૩૪ ફ્લોજીસ્ટનવાદનો સ્થાપક સ્ટાહલ  
૧૭૦૭ લીનિયસનો જન્મ  
૧૭૨૭ ન્યૂટનનું મૃત્યુ

૧૭૩૩-૧૮૦૪ હવાનું પૃથક્કરણ કરનાર ખ્રીસ્ટલી.

૧૭૩૬ નાદીરશાહે દિલ્લી લૂંટ્યું.

૧૭૩૬-૧૮૧૯ વસાગતનાકાર બેંગલ વાટ.

૧૭૩૬-૧૭૬૦ બેન્ગાલીન ફ્રેંચલીન.

૧૭૩૭-૧૭૬૮ ગેલ્લની

૧૭૪૫-૧૭૨૭ વોલ્ટા

૧૭૪૬-૧૮૩૨ કવિ વૈજ્ઞાનિક ગેટ

૧૭૫૭ 'સામીનું' યુદ્ધ

૧૭૮૧ યુરેનસની શોધ

૧૭૩૧-૧૮૧૦ જલનું પૃથક્કરણ કરનાર કેવેન્ડીશ

૧૭૬૪ લેવોઝિયરને ફ્રાંસીની સમ

૧૭૬૬-૧૮૪૪ અણુવાદના પ્રતિષાદક ડાલ્ટન

૧૭૬૯-૧૮૮૧ પ્રણીવેતા કુવિયર

૧૭૮૧-૧૮૬૧ વીજવેતા ફેરડે

૧૭૮૧-૧૮૪૮ રેલ્વેનો સ્થાપક સ્ટીવન્સન

૧૭૮૮-૧૮૨૭ રસાયનવેતા ડેવી

૧૮૦૯-૧૮૮૨ આઈસર્ ડાવિન્સ ઉત્ક્રાન્તિવાદના સ્થાપક

૧૮૨૦-૧૯૦૩ ઉત્ક્રાન્તિવાદના આચાર્ય હુબર્ટ રેપ્સર

૧૮૨૨-૧૮૬૫ પાથર

૧૮૨૫-૧૮૬૫ હુકસ્લી

૧૮૨૪-૧૯૦૭ લોડ કેલ્વીન

૧૮૪૬ નેપ્ચ્યુન મહત્તી શોધ

૧૮૫૮ ડાવિન્સના ઉત્ક્રાન્તિવાદની પ્રથમ પ્રસિદ્ધિ

૧૮૬૩ રાસાયનિક ગુણોર્મા નિયમિતતાની શોધ

ન્યુલેંડ; મેન્ડેલીફ

૧૮૭૬ આઈસ્ટાઈનનો જન્મ

૧૮૬૧ પ્રકૃતિસંદર્ભ રોયનો જન્મ

૧૮૦૪ વાયરલેસના શોધક માર્કોનીનો જન્મ

સં. સ. ૧૮૯૬ રેડિયમની શોધ, મેદામ ક્યુરી ૧૮૫૯-૧૯૦૬  
૧૮૯૦ ગુજરાતમાં કલાભવનની સ્થાપના

૧૮૯૪-૧૯૨૧ પ્રો. ત્રિભુવનદાસ કલ્યાણદાસ ગૃન્મર

૧૯૦૧ પ્લાંકનો કવોન્ટમ-પ્રજ્વલાદ

૧૯૦૩ પરમાણુ વિભાજન; રૂથરફોર્ડ-વીળાણુવાદ

૧૯૦૬ બેંગલોરમાં વૈજ્ઞાનિક ત્રિચાપીકની સ્થાપના

૧૯૧૨ વિદ્યામીનની શોધ

૧૯૧૪ હિંદી વૈજ્ઞાનિક કોન્ગ્રેસની સ્થાપના

૧૯૧૬ આર્થ-સ્ટાઈનનો સાપેક્ષતાનો સિદ્ધાન્ત

૧૯૧૭ સર જગદીશચંદ્ર બોસે પોતાનું 'વિજ્ઞાનમંદિર'  
દેશને સમર્પણ કર્યું.

૧૯૧૯ આર્થ-સ્ટાઈનના પ્રકાશવાદની ખ્યાસમહાશ્વેળા  
પ્રાપ્ત થયેલી સિદ્ધિ

૧૯૩૦ જાનિ-રામસુવની શોધ

૧૯૩૯ વીળાણુ-સૂક્ષ્મદર્શક

૧૯૪૦-૪૫ મગજના વાલકાપથી મનના ભૌતિક ગુણોની સિદ્ધિ

૧૯૪૦ રોણલ્ડ સોસાયટીના પ્રથમ ગુજરાતી સભ્ય ભાભા

૧૯૪૫ પરમાણુ બોમ્બનો હીરાશીમા ઉપર નિર્દય ઉપયોગ

૧૯૪૬ પરમાણુશક્તિ નિયમન-વિચાર

આચીન કાળ

મનુષ્યની શુદ્ધિના ઉદ્દેશવની સાથે જ વિજ્ઞાનનો જન્મ થયો.  
ગણિત, મનુષ્યજીવનના પ્રારંભથી જ બીજા પ્રાણીઓની સાથે રહીને  
તેમની ઉપર વિજય મેળવવાને માટે મનુષ્યના મગજની પળે પળે  
જરૂર પડતી. ખાસ કરીને શારીરિક સંપત્તિ બીજા પ્રાણીઓ કરતાં  
ઓછી હોવાને લીધે તેને શુદ્ધિ, અને વિચારશક્તિનો ઉપયોગ કરવો  
પડતો. તેમાંથી બોલવાની અને બીજા મનુષ્યો સાથે વાત કરવાની  
શક્તિની શોધ થઈ; વાણીના પ્રારંભથી પ્રત્યેક મનુષ્યના ભિન્ન  
અનુભવની નોંધ થવા લાગી અને આ અનુભવોનો ઇવનિમય અને

સંગ્રહ થવાથી જ્ઞાનની વૃદ્ધિ થવા લાગી, પશુવિજયમાં -શિકારમાં-આહારની પ્રાપ્તિમાં-અન્નની ઉત્પત્તિમાં-કૃષિકલામાં -ધર ખાધવામાં-પહેરવાનાં વસ્ત્રો અને કપડાં બનાવવામાં -પ્રત્યેક ક્ષણે સૃષ્ટિનાં પ્રેરક બલોનો અનુભવ દરેક મનુષ્યને થતો. પોતાના સાથીઓના અને પૂર્વજોના અનુભવનો સંગ્રહ અને સંગ્રહન કરીને પોતાને યોગ્ય લાગે તેવા વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો દરેક મનુષ્ય રચે એ સ્વાભાવિક છે; આવા સિદ્ધાન્તો પ્રજામાં પ્રચલિત થાય અને તે પ્રજાનાં શ્રેષ્ઠ વિદ્વાનો તેને સ્વીકારે તો પછી તેમને સ્થાયી સ્વરૂપ પ્રાપ્ત થાય છે. પૃથ્વીના જુદા જુદા વિભાગમાં રહેલી પ્રજાઓ, પોતપોતાની જરૂરિયાતો, હવામાન, અને ભૌગોલિક પરિસ્થિતિ પ્રમાણે સૃષ્ટિજ્ઞાન અને સૃષ્ટિના નિયમોનું પ્રતિપાદન કરે છે. આવી રીતે ખાદિયા, બેબીલોન, મિસર, ગ્રીસ, હિન્દ, અને ચીન વગેરે દેશની પ્રજાઓએ પોતપોતાના અનુભવ પ્રમાણે જ્ઞાન-ભંડાર તૈયાર કર્યો હતો. આ દરેક દેશનું દૃષ્ટિજ્ઞાન-વિજ્ઞાન જુદા પ્રકારનું હતું; તેમાં શી ભિન્નતા હતી અને કેવી રીતે એ ભિન્નતા પ્રાપ્ત થઈ હતી તે આપણે જોઈએ.

### ખાદિયા

ખાદિયા દેશના પ્રાચીન ખંડિયેર મંત્રનો, શિલ્પ કૃતિઓ, અને તેમનાં ઇંટો ઉપર લખાયેલાં પુસ્તકો ઉપરથી તેમની અને તેમની સમીપ રહેનારી પ્રજાઓની સંસ્કૃતિ અને ધર્મ વિષે ધાર્મિક જાણવાતું મળે છે. અંગગણિત, આંકના પાણ, ધન અને મૂલ્યનાં કોષ્ટકો, તે સમયની માટીની ઇંટો ઉપર લખાયેલાં મળ્યાં આવે છે; દશાંશ અને દ્વાદશાંશની પદ્ધતિ પ્રચલિત હતી, કૃષિકલાની વૃદ્ધિની સાથે અને દર વર્ષે ફળે એવી વનસ્પતિની રોપણી માટે ઋતુવિભાગ અને પંચાગની યોજના થઈ હતી; વર્ષ, વાર મહિના, દિવસ, કલાક, મિનિટ અને સેકન્ડ એ કાળના વિભાગની યોજના પણ બેબીલોનની પ્રજાના સમયથી થઈ હતી એમ મનાય છે. અનાજ

અને ખોરાકને લાયક વનસ્પતિ ઉગાડવાનું પ્રથમ જ્ઞાન ચીન, હિન્દ અને પૂર્વના દેશોમાં હતું; ત્યારથી ભૂમધ્ય સમુદ્રની પૂર્વ તરફ રહેનાર પ્રજાઓમાં તે જ્ઞાન પ્રસર્યું હતું. તેની સાથે જ સૂર્યની, પૃથ્વીની, તારાઓ ને ગ્રહોની ગતિ વિષે બધી પ્રજાઓમાં જ્ઞાન ફેલાયું હતું. કારણ કે ખગોળવિદ્યાના જ્ઞાન સિવાય ઋતુના ફેરફારોનું અને કૃષિકર્મના આવશ્યક પંચાંગનું જ્ઞાન અશક્ય હતું. ખાદિયમાં પ્રજાના દેવોની પૂજામાં પશુપૂજનો અંશ રપટ હતો. આકાશમાં સૂર્યની ગતિના માર્ગને બાર વિભાગમાં વહેંચવાથી થતા વિભાગને રાશિ કહેવામાં આવે છે. તે રાશિને દરેકને દેવનું નામ આપવામાં આવતું અને તે સંસ્કૃતી બા રાશિઓ ઓળખાતી. આ સમયથી જ રાશિઓનાં નામ અને ચિત્ર પૃથ્વી ઉપરની બધી પ્રજાઓમાં પ્રચલિત છે. ખાદિયમાં ખગોળવિદ્યાનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું. પરંતુ વૈદ્યકમાં તેઓ ધણી પગલ દતા. વળી તેમના ધાર્મિક વિચાર વિજ્ઞાનના ખરા અભ્યાસને માટે અનુકૂળ નહોત્ય. તેમના દેવા ભયંકર પશુના રૂપના હતા, તેમનાં ચિત્રો મનુષ્યને દુઃખ દર્શાવે તેવાં હતાં, અને મનુષ્યના મરણ પછી પણ તેનો કેટલેક દેવ દેવે અનુભવ હતા. વિધિના લેખ મિથ્યા કરવાને બદલે સિવાય, જીવન કેટલેક દેવો નથી એવી માન્યતાને લીધે સમસ્ત પ્રજા દુનસ, અનુભવે, અનુભવે અને દોંગી પાદરી અને પુરોહિતોના દબારમાં રહેતા, અનુભવે, અનુભવે ધાર્મિક જીવનમાં વારતવિક તત્ત્વદર્શન અનુભવે, અનુભવે અનુભવે થવો અશક્ય હતો.

[મસર

નીલ નદીના નિયમિત ભરતીઓટ અને વાર્ષિક પૂરથી નિયમિત રીતે ફળદ્રુપતાનો લાભ મળતો અને હજી પણ મળે છે. એથી ઊલટું તીગ્રીસ અને યુક્ટીસ નદીઓમાં અનેકવાર ચર્તા તોફાનથી અને જોરબોર અનિયમિત પૂરથી તેના તટ અસ્થિર અને જોખમ ભરેલા ગણાતા. ભૌગોલિક અને રાજકીય પરિસ્થિતિને લીધે, ત્રિગ્રીસ, તેમ જ પ્લેગ, મરકી જેવા દુષ્ટ રોગોના સંતાપથી ખાલિક્યા કરતાં મિસર વધારે મુકન રહેતું. વિરોધી પ્રાકૃતિક સંયોજાને લીધે વિરોધી દેવો અને દૈત્યોની કલ્પના પ્રચલિત થાય છે, અને તેથી તેમની કૃપા મેળવવાને યજ્ઞ હોમની અને બલિદાનની લાંચ આપવાનો, અથવા તો જાદુ અને મંત્રથી છેતરપિંડી કરવાનો રિવાજ પડી જાય છે. પરંતુ જો દેવોને મિત્ર તરીકે ગણવામાં આવે, તો ભૌતિક સૃષ્ટિ અને સૃષ્ટિમળતું જ્ઞાન સંપાદન કરવામાં ઉત્તેજન અને સમવક મળી આવે એ સ્વાભાવિક છે. ગ્રીકપ્રજામાં અગ્નિના શોધક પ્રોમીથિયસને કુંગર ઉપરથી ફેંકી દેવામાં આવ્યો હતો; જ્ઞાનના પ્રથમ શોધક આદમને શિક્ષા કરવાનો વિચાર પણ એવી જ વિચારદૃષ્ટિ પરિણામ હોઈ શકે. પરંતુ હિન્દના પ્રાચીનતમ સમયમાં પણ જ્ઞાન-પૂજા અપ્રતિમ હતી. સંતપ્ત અરણ્યમય મહેશોમાં કૈલાસમાંથી ગંગાના શીતલજલનું આહ્વાન કરનાર ભૃગીરથ કુટુંબને અને દેશને તારનાર પ્રભાવશાળી અને પુણ્યશાળી વીર જ ગણાય છે. (હિન્દની ચોંટ મિસર દેશમાં પણ દેવો મનુષ્યના જ્ઞાનની શક્તિમાં મદદ કરવાને તત્પર રહેતા એમ ધારવામાં આવે છે. તેમનો થોડો નામનો દેવ બધી જોતનાં કામ કરવામાં સંતુષ્ટ અને તત્પર રહેતો. ચંદ્ર દેવ તરીકે, સૃષ્ટિના નિયમ(ઋતુ)ના પાલન કરનાર તરીકે, કાલની ગણતરી કરનાર તરીકે, દિવસ માસ અને વર્ષ વગેરે કાળની નોંધ રાખનાર તરીકે, શબ્દ-અવાજના અધિષ્ઠાતા દેવ તરીકે, પુસ્તકોના નિષ્ણાત ગુરુ તરીકે અને લેખન-કલાના શોધક તરીકે પૂજાતો. જ્ઞાન માત્ર ધૈર્ય અને દેવોની કૃપાથી જ મળી શકે છે એમ ગણાતું. પ્રજાના ભૂતકાળની

આચીનતા ઉપર વિશ્વાસ અને શ્રદ્ધા નહિ હોવાને લીધે બધું નવું જ્ઞાન ધ્વંસપ્રણીત ગણાતું. અકર્મણ્ય અને ભૂમિતિમાં મિસર દેશની પ્રજાનું જ્ઞાન ખાલિયાના કરતાં ઓછું નહોતું; પરંતુ ખગોળ-વિદ્યા અને જ્યોતિર્વિદ્યામાં ખાલિયાના વિદ્વાનો વધારે પ્રવીણ હતા; તેથી જિજ્ઞૃષ્ણ ઔષધવિદ્યામાં ખાલિયાનો જાદુ અને જૂનાજતિના ઉપર આધાર રાખતા પણ મિસર દેશમાં જૂનાથી જ આ વિદ્વાનો પ્રચાર સારો હતો. પુરોહિતો અને પાદરીઓની પાઠશાળાઓમાં વેદકનો અભ્યાસ થતો. હાડકા બેસાડનાર હાડવૈદ્યોને ઉત્તમ શિક્ષણ મળતું. મૃત શરીર (મમી)ને સાચવી રાખવાના તેમના રિવાજથી શરીરની અંદરની રચનાનું અને જીંદી જીંદી ઔષધીઓના ગુણોનું તેમને સારું જ્ઞાન હતું. મિસરમાં વેદકનું જ્ઞાન એટલું બધું ઉત્તમ હતું કે તે ત્યાંથી ગ્રીક-પ્રજાઓના હાથમાં જઈને યુનાની વેદકને પુષ્ટિ આપવામાં સાધનભૂત થયું હતું.

ગ્રીસ

ગ્રીસ અને મિસર દેશની ભૌગોલિક રચના ઉપરથી તેમનો પરસ્પર સંબંધ સારો હોવો જોઈએ એમ અનુમાન થાય છે. આવો સંબંધ હોય કે ન હોય તે પણ ગ્રીક સંસ્કૃતિની ઉચ્ચતા વિશે શંકા છે જ નહિ. તે પ્રજાના ધાર્મિક અભિપ્રાયો, સૃષ્ટિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનના કેટલાએક પ્રશ્નોનો ઉત્તર મેળવવાને કરેલા પ્રયત્નો અને તેમાં કેટલાએક અંશે મળેલો વિજ્ઞાન, અને તે પ્રજાના સદિત્ય અને પુસ્તકોની રહેલી સંપૂર્ણ નોંધ, એ સર્વેને લીધે તે પ્રજાની શ્રેષ્ઠતા સ્વતઃ સિદ્ધ ગણામ છે. મનુષ્યના સૃષ્ટિરચના વિષેના નિચાર જાણવાને માટે તેનો ધર્મ, ધાર્મિક વિચાર, અને દેવોની કલ્પના ધણી અગત્યની ચર્ચ પડે છે. એ પ્રમાણે મિસર અને ખાલિયાની પ્રજાના ઇતિહાસ ઉપરથી જોયું છે. તેથી જ રીતે ગ્રીક દેવો અને ગ્રીક પ્રજાની ધ્વંસભાવના ઉપરથી ગ્રીસની પ્રજાની માનસિક વિચારસૃષ્ટિ અને ગ્રીસના પ્રજાજીવન ઉપર સારો પ્રભાવ પડે છે. જો કે પાછળથી તેમનું માં ગર્વ, અદ્વંદ્ય, સ્વચ્છંદી વર્તન વગેરે કુચુંણો ઉત્પન્ન થયા હતા, તે



પણ એક બહાદુર, વીરશાળી, વિજયી અને ખુદ્દા દિલવાળી પ્રભને લાયક શ્રદ્ધા અને આનંદ અને ઉચ્ચ કોટિની પ્રીતિભાવના, તેમ જ સૌન્દર્યભાવના, તેમના જીવનમાં વિકસતાં જોવામાં આવતાં. અતુટ્ક હવામાનને લીધે તેમનું જીવન સરળ અને સહેલું હતું; દેશમાં સૌન્દર્ય સર્વત્ર જગત પ્રકાશતું હતું; અને સાનુકૂળ સમુદ્રતટને લીધે પૃથ્વીના સર્વ ભાગમાંથી વ્યાપાર અને જ્ઞાનનો વિનિમય તેમને સુલભ હતો, વળી ગુલામોની અસંખ્ય સંખ્યાને લીધે તત્ત્વચિંતન, સાહિત્ય અને કલાના જિંદગીમાં જિંદગી સ્વરૂપના અવિર્ભાવ માટે આવશ્યક આરામ અને પુરસદ તેમને મળતાં. આવી પરિસ્થિતિમાં ગ્રીક પ્રભનો વિજ્ઞાન-સંચય જિંદગી પ્રકારનો હોય એમાં નવાઈ નહિ.

### ગ્રીક અણુવાદ

ઈસ્વી પૂર્વે ચોથા સદીમાં નાક્રાચાત્ર અને પૃથ્વીપયંટનના અનુભવથી એરેરટાઈસે (૨૮૦ થી ૨૫૦ ઈ. પૂ.) પૃથ્વી ગોળ છે, પોતાની ધરી પર ફરે છે, સૂર્ય પૃથ્વી કરતાં મોટો છે અને સૂર્ય-મંડળના કેન્દ્રરૂપ છે એમ પ્રતિપાદન કર્યું હતું, પરંતુ એરિસ્ટોટલ વગેરે વિદ્વાનોની પ્રતિકૂળ દીક્ષાથી આ કલ્પના સ્વીકારાઈ નહોતી. અને ઈ. પૂ. ૧૩૦ માં હીપ્પાર્કસે પૃથ્વીની પાછળ સૂર્ય ફરે છે એ સિદ્ધાન્ત ફરીથી પ્રતિપાદિત કર્યો હતો. ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાઓ હિન્દુ-શાસ્ત્રોની પંચ મહાભૂતની કલ્પનાને મળતી આવતી, પૃથ્વી, જલ, વાયુ અને અગ્નિ એ ચાર જ તત્ત્વોની કલ્પનાથી દ્રવ્યનું બંધારણ સમજાવવાના પ્રયત્ન કરતા; એક આકર્ષક અને બીજી અપાકર્ષક એવી બે દૈવી શક્તિઓના બળથી આ ચાર તત્ત્વોમાંથી વિવિધ પ્રકારની વસ્તુઓ અને પદાર્થો બને છે એમ ધારતા. ભૌતિક પદાર્થો અને દૈવી શક્તિ એ બેની કલ્પના હિન્દુશાસ્ત્રોની પ્રકૃતિ અને પુરુષ, અર્વાચીન વિજ્ઞાનની દ્રવ્ય અને શક્તિની કલ્પનાને મળતી આવે છે. ગ્રીક અણુવાદની

સાથે હિન્દુ અણુવાદની સાદૃશ્યતા સ્પષ્ટ દેખાય છે. વસ્તુઓનાં રૂપ અને ગુણ એ વસ્તુના વસ્તુતત્ત્વનું પરિણામ ગણાવું; ખાંડની મીઠાશ એ ખાંડનો જ ગુણ છે, પાંદડાનો રંગ એ તેનો ગુણ છે; ઘટનું ઘટત્વ એ તેનો ગુણ છે. પરંતુ અણુવાદી 'એમોફીટ'માં આ 'ગુણ'નાં કારણ તપાસવાની ઇચ્છાથી જીંડા જીતરીને આ ગુણો અણુઓની રચનાથી ઉત્પન્ન થાય છે એમ પ્રતિપાદન કર્યું. આ અણુઓ શાશ્વત અને અનાદિ છે; તે નાના મોટા હોય શકે પરંતુ તે સઘન એક જ જાતના હોય છે. અણુઓના કદ, પાલ્લસ્વરૂપ અને અંતરસ્થિતિના ભેદને લીધે વસ્તુઓના ગુણના ભેદ ઉત્પન્ન થાય છે.

### એરિસ્ટોટલ

એરિસ્ટોટલે (૨૮૪-૨૨૨ ઇ. પૂ.) પ્રત્યક્ષ પ્રમાણ નહિ મળી શકવાથી આ અણુવાદનો પ્રતિકાર કર્યો. અણુની કલ્પનાની સાથે શૂન્ય અવકાશની કલ્પના પણ એરિસ્ટોટલની સમજમાં આવી શકી નહિ અને તેથી ખાલી અવકાશમાં બધા પદાર્થોની પડવાની ગતિ સરખી હોય એ 'એમોફીટ'સના સિદ્ધાન્તને પણ તેણે કબૂલ કર્યો નહિ. પદાર્થોનું વજન અને હવામાં પડવાની ગતિનો આધાર તેમની ઘનતા ઉપર છે એ વાતનો સંબંધ પણ તેના સમજવામાં નહિ. આવવાથી પદાર્થોની ગતિ તેમના વજન પ્રમાણે વધારે ઓછી થઈ શકે એ માન્યતા તેણે સ્વીકારી હતી. ૧૬૦૦ વર્ષ પછી ગેલીલિયોએ પ્રત્યક્ષ પ્રયોગથી એ સિદ્ધાન્ત ખોટો છે એ બતાવ્યું ત્યાં સુધી આ ખોટી માન્યતા પ્રચલિત રહી હતી. તેવી રીતે એરિસ્ટોટલે પૃથ્વીને સ્થિર રાખીને સૂર્ય ચંદ્રની ગતિનો સિદ્ધાન્ત પ્રતિપાદન કર્યો હતો; અને તેની સત્તાને લીધે ૧૭૦૦ વર્ષ સુધી ખરો સૂર્ય સિદ્ધાંત સ્વીકારાયો નહોતો. આ પ્રમાણે પ્રાચીન ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાઓના અમુક સત્ય સિદ્ધાન્તોને અસત્ય ઠરાવીને, અને સત્ય શોધો પ્રગટ થતી અટકાવીને એરિસ્ટોટલે વિજ્ઞાનને

કેટલાંએક અંશે નુકસાન પહોંચાડ્યું હતું. તે છતાં પણ તેના પછી લગભગ સત્તરસે વર્ષ સુધી તેના પુસ્તકો જ્ઞાનના સમૃદ્ધ તરીકે અપ્રતિમ ગણાતાં. ખગોળ અને જૌતિકશાસ્ત્ર સિવાય લગભગ બધા વિષયમાં તેણે પ્રત્યક્ષ પ્રયોગ અને નિરીક્ષણથી તે સમયના જ્ઞાનમાં વધારો કર્યો હતો. શરીરરચનાશાસ્ત્ર, શરીરવ્યાપારશાસ્ત્ર અને મર્મૃદ્વિદ્યાશાસ્ત્ર, દરેકમાં તેણે નવી શોધો નવું નિરીક્ષણ કર્યું હતું. સોક્રેટીસનો શિષ્ય પ્લેટો અને પ્લેટોનો શિષ્ય એરિસ્ટોટલ એ પરંપરામાં છેલ્લા શિષ્યને માટે આપણું જ્ઞાન વધે છે. કારણ કે તેના મહાન ગુરુઓના કરતાં તેણે વિજ્ઞાનની સમૃદ્ધિ ધણી જ વધારી હતી. તે સિકંદરનો ગુરુ હતો અને સિકંદરે સમ્રાટ થયા પછી તેના અભ્યાસ અને માહિતી માટે અનેક રીતે તેને મદદ આપી હતી. અને દરેક દેશમાંથી તેના પ્રયોગો માટે સામગ્રી અને ખીજી વ્યવસ્થા માટે ઉત્તમ સગવડ કરી આપી હતી. અતિમ પ્રયત્નો સંબંધી તક કરવાને બદલે કેવળ જ્ઞાનપ્રાપ્તિ કરવી એ તેનો મુખ્ય ઉદ્દેશ હતો, અને આ ઉદ્દેશને લીધે જ તે સોક્રેટીસની માફક અપ્રિય થવા પામ્યો નહોતો.

ખાસ કરીને ભૂમિતિના જ્ઞાન અને ચુકલીડની પદ્ધતિને માટે ગ્રીક પ્રજાનું નામ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં અમર રહેશે. દિકના કેટલાંએક સ્વતંત્ર સિદ્ધાંતો અને લક્ષણો ઉપરથી કેટલાંએક સ્વતંત્ર સિદ્ધાંતો નિષ્કર્ષ કરીને, સાધારણ ન્યાયશાસ્ત્રની મદદથી જે સ્પષ્ટ અને સરળ રીતે અચૂક સિદ્ધાંતો ચુકલીડે પ્રતિપાદન કર્યા છે તેના કરતાં સારી ખીજી કાંઈ પદ્ધતિ અઘણિ સુધી કાઢી નથી.

### આરકીમેડીસ

આરકીમેડીસે (૨૮૭-૨૧૨ ઇ. પૂ.) પણ અર્વાચીન વિજ્ઞાનને શોભાવે એવા અનેક સિદ્ધાંતોની શોધ કરી હતી; પદાર્થોની ઘનતાની કલ્પના, અને વસ્તુઓનાં હવામાં અને પાણીમાં વજનનો સંબંધ,

ગુરુત્વમધ્યમિન્દુના સિદ્ધાન્તની કલ્પના વગેરે સિધ્ધાન્તો ઉપરાંત તેનું વ્યવહારિક પ્રયોગાત્મક જ્ઞાન પ્રસિદ્ધ છે અને તેની શોધકશ્રુદ્ધિ અને વિવેકશક્તિ રાક્ષિતની સાક્ષી પૂરે છે. પૃથ્વી, હવારહિત મહાગોળ, x સ્કુપ્પ, પાણીના અને હવાના દબાણથી ચાલતાં અનેક યંત્રો, અને રોમન વહાણોને જીંચકીને ફેંકી દેવાને માટે જળરહસ્ત ઊંટકા, \* સૂર્યના પ્રકાશથી વહાણોને બાળવાને માટે પ્રયંત્ર આપનાના સમૂહ, આકાશમાં રથાથી બિન્દુ મળી આવે તો પૃથ્વીને, પણ જીંચકીવાને માટે “ઉચ્ચાસન” બનાવવાની ઉત્કંઠા, એ સર્વે એની શોધકશ્રુદ્ધિના કીર્તિસ્તંભરૂપે અમર રહેશે; પરંતુ એ બધાં યાત્રિક રમકડાંઓ અને યંત્રરચના એક નિઃસ્વાધી વિજ્ઞાનના ભક્ત તરીકે શોળમાં નહોતાં પરંતુ તેના પાશક રાજા હુસેને સંતોષવાની અને રીઝવવાની ઉત્કંઠાનાં પરિણામ હતાં.

રોમન પ્રજા

અને હરકયુતેનિયમ નામના શહેરો વિસ્તરિયસના જ્વાળામુખી પર્વતના લાવામાં દબાઈ ગયા હતાં તે વખતે પ્લીની રોમન નીક-સૈન્યનો ઉપરી હતો; અને લાવા અને જ્વાળામુખીની ઉચ્ચપાયવ જોવાની તીવ્ર ઇચ્છા તે જમીન ઉપર જિતરીને પર્વતમુખ પામે અયો. પણ ત્યાં અચાનક જોસથી રાખ અને લાવા પડવાથી તેમાં દબાઈને મરણ પામ્યો.

ગ્રીસ અને હિન્દનો સંબંધ

ગ્રીસની સંસ્કૃતિ એલેક્ઝાન્ડ્રિયામાં ફરીથી સજીવન થઈ હતી, પરંતુ તે થોડા કાળને માટે જ. ઇ. સ. પૂર્વે ૬૨૦ માં સિકંદરે આ શહેરની રથાપના કર્યાથી ગ્રીક સંસ્કૃતિ અને ગ્રીક સાહિત્યનો પ્રચાર જૂમખસમુદ્રની સમીપના પ્રદેશમાં થવા માંડ્યો હતો; અને થોડા સમય પછી વ્યાપાર અને વ્યવહારને લીધે ખ્રીષ્ટ પૌર્વાત્ય પ્રજાઓમાં પણ તેની અસર થઈ હતી. તે છતાં ગ્રીક પ્રજાનાં શિષ્ટકાળનો આખો ઇતિહાસ લાગે ૧૦૦૦ વર્ષ જેટલા સમય સુધી પહોંચતો હતો; યુરોપની ખ્રીષ્ટ પ્રાચીન પ્રજાઓની સંસ્કૃતિના ઇતિહાસનો સમય એટલો પણ વિશાળ નહોતો, પરંતુ હિન્દમાં પ્રાચીન વિજ્ઞાનની સમૃદ્ધિ વધારે વિશાળ કાળ ઉપર પથરાયેલી છે. યુરોપની પ્રાચીન પ્રજાઓ કરતાં એશિયાની પ્રાચીન પ્રજાઓનાં વિજ્ઞાનભંડારની સમૃદ્ધિ વિષે શંકા નથી: જૂના પ્રકરણમાં આ વિચાર વધુ સ્પષ્ટ કરવામાં આવ્યો છે, તેથી અહીં વધારે વિવરણની જરૂર નથી. અત્રે ફક્ત પ્રાચીન ગ્રીક અને હિન્દી પ્રજાઓના જાનિવિનિમય સંબંધી નીચેનું અવતરણ જ બસ યરો: “પ્રાચીન હિન્દની સંસ્કૃતિમાં ગ્રીસે ફાળો આપ્યો છે પરંતુ તે ધણે જ થોડો. તત્ત્વજ્ઞાન, ધર્મવિદ્યા અને પુરાણ એ સર્વેનો વિકાસ લગભગ સરખી રીતે પણ સ્વતંત્ર રીતે થયો હતો. ગ્રીક પ્રજા તરફથી ખગોળ-વિદ્યા અને સિક્કા બનાવવાના હુત્તર વિષે હિન્દને શીખવાનું ધણું

અન્યું હતું: પરંતુ તે વિષે હિંદે પહેલાંથી આરંભ તો કર્યો હતો. અને સંગીત, કાવ્યો અને મહાકાવ્યો, વ્યાકરણ, લેખનકલા, નાટ્યકલા, અને ગણિતવિદ્યામાં તો હિંદને ત્રીસ તરફથી મદદ કે સૂચનાની જરૂર ન હતી. "x




---

xGreece has played a part but by no means a predominant part, in the Civilisation of Ancient India. The evolution of Philosophy, Religion and Mythology has gone along parallel but independent paths. India owes to Greece an improvement in coinage and Astronomy, but it had begun both, and in Lyric and Epic poetry, in Grammar, art of writing, the Drama, and Mathematics, it had no need to wait for the intervention of the initiative of Hellenism — *Hellenism in India by Gayendranath Bannerji*.

વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન (ચાલુ)

પ્રાચીન હિન્દના ઋષિઓ અને બીજા વિદ્વાનો જ્ઞાનનો મોટો વારસો મૂકતા ગયા છે. તેમની માનસિક અને ધાર્મિક પ્રવૃત્તિએ જ્ઞાનનાં વિવિધ ક્ષેત્રોને રસાળ કર્યાં છે. સાહિત્ય, કવિતા, તત્ત્વજ્ઞાન, ધર્મવિદ્યા એ સર્વે ક્ષેત્રોમાં તેમની માનસિક સમૃદ્ધિની છાંતિ અમર છે. વિજ્ઞાનમાં પણ તે સમયમાં તેમણે ઊંચા પ્રકારની સમૃદ્ધિ સંપાદન કરેલી હતી. તેમની વિજ્ઞાનસૃષ્ટિ કેવા પ્રકારની હતી અને વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓમાં પ્રાચીન હિન્દીઓનાં શાં પરાક્રમે હતાં, તેમણે કેવી ઉન્નતિ સાધી હતી, તે જાણવા સિવાય વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન પરિપૂર્ણ ગણાય નહિ.

### વિષયની વિલક્ષણતા

આ વિષયની વિલક્ષણતા વિશે જે બોલ કરેલા જરૂરના છે. વિષય વિવાદમય છે અને ધણે સ્થળે મતભેદને સ્થાન રહે છે. પ્રાચીન હિન્દુઓનું સ્થાન જેટલું જિજ્ઞે મુકાય તેટલું મૂકવું એ દુરામદ્યથી દૂર રહેવું જેમ મુશ્કેલ છે, તેવી જ રીતે એક સ્વતંત્ર ઇતિહાસકાર અને નિષ્પક્ષપાતી રીકારના દૃષ્ટિબિન્દુમાંથી ચલિત ન થવું એ પણ મુશ્કેલ છે. હિન્દના ઇતિહાસમાં એક સમય એવો હતો કે હિન્દી પ્રાજ્ઞને જેમ અને તેમ હલકી પાડવામાં અને તેની સંસ્કૃતિની નિન્દા કરવામાં જ યુરોપીય વિદ્વાનો પોતાના કતબનું સાક્ષ્ય સમજતા. એ સમય બદલાયો છે. હિન્દની પ્રાચીન સંસ્કૃતિનું જિજ્ઞે સ્થાન હવે સ્વીકારાયું છે—પ્રતિવે વધારે અંશમાં સ્વીકારાયું જાય છે. આવી સ્થિતિમાં અસત્ય કે અત્યુક્તિની આવશ્યકતા છે જ નહિ. પોતાના પૂર્વજોની અપૂર્ણતા અને ખાસ કરીને પ્રાચીન સમયની જિન પરિસ્થિતિમાં તેમના જ્ઞાનની અપૂર્ણતા

કે રિતક્ષણના સ્વીકારવાને કોઈ પણ અર્વાચીન પ્રજાએ ખચકાતુ જોઈએ નહિ આવી સત્યપ્રેમી માનસિક શક્તિ વિના આ વિષયનો વાસ્તવિક અભ્યાસ સંભવતો જ નથી.

## પ્રાચીન સાહિત્યમાં સાતત્યનો અભાવ

પ્રાચીન સમયના હિન્દુઓના જ્ઞાનની તે સમયની બીજી-૩ જાઓના જ્ઞાનની સાથે તુલના કરવાને બદલે અર્વાચીન જ્ઞાનની સાથે તુલના કરવામાં ધણી અયોગ્યતા છે એ સ્પષ્ટ ■ પ્રાચીન હિન્દુઓના વિમાનોને અર્વાચીન યુરોપીય કે અમેરિકન વિમાનોની સાથે સરખાવવા કરતાં, પ્રાચીન સમયની પ્રજાઓની જ વિમાન તૈયાર કરવાની શક્તિ સાથે સરખાવવામાં વધારે યોગ્યતા રહેતી છે પ્રાચીન અને અર્વાચીન પરિસ્થિતિ અને પદ્ધતિમાં અનેક પ્રમાણની જિનતા છે, અર્વાચીન વિજ્ઞાન ભાષ્યે જ ત્રણસે વર્ષે 'જૂનું' ગણાય, પરંતુ યંત્રકળા અને છાપવાની કળાની શોધને કીધે આ ત્રણસે વર્ષનો ઇતિહાસ લગભગ સપૂર્ણ રીતે કાંઈપણ નુટિઓ સિવાય મોજૂદ છે. પ્રાચીન હિન્દુના વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ લગભગ ૫૦૦૦ થી પણ વધારે વર્ષ જેટલા કાળ ઉપર પથરાયેલો છે, તે સમયમાં મોટે ભાગે જોખવાતી મહેનત ખચાવવાને માટે દૂકાં સૂત્રો ખનાવવાની પદ્ધતિ પ્રચલિત હતી તેમાં પણ ચેખન કળા અને મુદ્રણકળાના અભાવને કીધે આ જ્ઞાનનું સાતત્ય જોઈએ તેવી રીતે સાચવી શકાયું નથી આવાં દૂકાં સૂત્રો ઉપરથી અર્વાચીન વિજ્ઞાનના વિગતવાર વર્ણનોની સરખામણી થાય એવી વિગતો ઉપજતી કાઢવી એ કેવળ તર્કનું જ કામ ગણાય અને તેને ભાષ્યે જ વિજ્ઞાનનું નામ આપી શકાય

## હિન્દુ સંસ્કૃતિનો આત્મિક ઝોક

વળી આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે પ્રાચીન હિન્દુઓના સૃષ્ટિજ્ઞાનના આધારરૂપ આધ્યાત્મિક જ્ઞાનને અર્વાચીન વિજ્ઞાનમાં સ્થાન છે જ નહિ અર્વાચીન વિજ્ઞાનની બધી રચના અને વિચારસંકલના



ધર્મરત્ની કર્તૃત્વભાવના દૂર રાખીને ગૌરવવામાં આવે છે; સૃષ્ટિની ઘટનાના કારણની શોધમાં આ કર્તૃત્વશક્તિનું સ્થાન રહેતું નથી એ વિચાર પ્રકરણ ત્રીજામાં સ્પષ્ટ કરવામાં આવ્યો છે. તેથી જીવદુઃ પ્રાચીન હિન્દમાં ધાર્મિક વિચારોનું પ્રાબલ્ય એટલું બધું હતું કે લગભગ દરેક ગ્રંથની શરૂઆતમાં-પછી તે ગ્રંથ ગણિતવિદ્યાનો કે ઔપધવિદ્યા કે રસાયનવિદ્યાનો હોય-મંગળાચરણમાં ધર્મરત્ન કે કોષ્ટ પણ અધિષ્ઠાતા દેવ કે દેવીનું આહવાન તો હોય જ. તે છતાં પણ ગંધકાલીન યુરોપની પેઠે પ્રાચીન હિન્દમાં રાજ્ય કે સમાજ તરફથી અમુક જ મત ખરો છે એવું જીલમથી દબાણ કરવામાં આવતું નહિ; તેથી હિન્દી ધાર્મિક વિચાર અને તત્ત્વજ્ઞાનમાં અત્યંત મ સ્વતંત્રતા અને વિવિધતા જોવામાં આવે છે. વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકો પણ આવી રીતે સ્વતંત્ર હતા; અને દરેક વિષયમાં પ્રવીણ શોધકો, વિદ્વાનો, તદ્દર્શકો, તર્કજ્ઞો વગેરે પોતપોતાનું કામ કરી શકતા. પરંતુ આખા સમાજનું બંધારણ આધ્યાત્મિક હોવાને લીધે અને બધા વિચારકોનું અનિમ બ્લેય આધ્યાત્મિક હોવાને લીધે, પ્રાચીન હિન્દના વૈજ્ઞાનિકો પણ આવા વિચારની પ્રબળ અસર નીચે રહેતા, અને અમુક દર્શન, ધર્મ, કે અમુક સંપ્રદાયને અનુકૂલ થાય તેવા જ વિચારો અને પ્રમાણો તરફ તેમનું વલણ રહેતું. તેટલા અંગે વિજ્ઞાનની દરેક શાખાના આધારભૂત નિયમોના શોધનમાં ખામી રહેતી; તેથી અર્વાચીન વિજ્ઞાનની નિયમશોધનની પદ્ધતિ પ્રાચીન હિન્દમાં બહુ પ્રચલિત નહોતી. ગુરુવાક્યંણના નિયમો કે રાસાયનિક સંયોજનના નિયમો હિન્દમાં નહિ ગોધી કઢવાનું એક કારણ આ ધાર્મિક ભાવનાની ધૂંસરી હશે બીજું કંઈપણ કારણ હોય કે ન હોય તો પણ એટલું તો સ્પષ્ટ છે કે પ્રાચીન હિન્દના વિજ્ઞાન અને અર્વાચીન વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ અને દૃષ્ટિબિંદુમાં ઘણી ભિન્નતા છે.

અનુસૂચિત

પ્રાચીન હિન્દી પ્રજામાં વિજ્ઞાનનો પ્રચાર સારો હતો અને બીજી

પ્રાચીન પ્રાગ્જ્ઞા કરતાં તેમની તલિ-જ્ઞાનની સમૃદ્ધિ જોયા પ્રકારની હતી, એટલું સ્વીકાર્યા પછી, વેદમાં બધું અર્વાચીન વિજ્ઞાન છે, વેદમાં જંતુવિદ્યા \* હાલના જેવા જ સ્વરૂપમાં વર્ણવેલી છે, વેદમાં હાલના જેવાં વિમાનો બનાવવાનાં સૂકતો છે, પ્રાચીનકાળમાં રસાયન-વિદ્યા કે ઔષધવિદ્યાનું જ્ઞાન સંપૂર્ણ હતું, વગેરે અત્યુક્તિઓથી દૂર રહેવું એ ઇષ્ટ છે. આવી અત્યુક્તિઓના ટેકામાં જે બોલું પડિત્ય ખર્ચવામાં આવે છે તેનો એક નમૂનો અત્રે આપવો યોગ્ય ધારું છું. વેદમાં ઑકિસજન અને હાયડ્રોજનથી પાણી બની શકે છે એવું ભણેલું છે એ સિદ્ધ કરવાને માટે એક લેખકે નીચેની ઋચાનો ઉલ્લેખ કરતાં તેનો ખાસ અર્થ કયો હતો:

મિત્રં હુવે પૂતદર્ચં વરુણં ચ રિશાદસ ।

ધિયં ઘૃતાર્ચી સાવન્તા ॥ ઋગ્વેદ ૧. ૨. ૭.

ખાસ અર્થ—એ વરુણોમાંથી પાણી બનાવવાની ઇચ્છા રાખનારે શુદ્ધ અને ખૂબ તપાવેલું હાયડ્રોજન (પૂતદર્ચં મિત્ર) અને ખાઇ જવાની શક્તિવાળું ઑકિસજન (રિશાદસ વરુણ) લેવું.

સાધારણ અર્થ—પવિત્ર અને દક્ષ (ચતુર) મિત્રદેવને, અને શત્રુ-ઓને ખાઇ જનાર વરુણદેવને ઘી ઝરતી (ઉત્તરવળ) શુદ્ધિ સાધનારા (એ બેને) નિમંત્રુ છું.

ઉપરની ઋચાનો સાધારણ અર્થ કયાં અને તેમાંથી ખાસ કરીને હાયડ્રોજન (મિત્ર) અને ઑકિસજન (વરુણ) વરુણની ઉત્પત્તિ કયાં? અને તેની સાથે પાણી બનાવવાની ક્રિયાનો સંબંધ કયાં? અને ધારો કે કાંઈ પણ સંબંધ હોય તો પણ પાણી બનાવવાની ક્રિયાની વિગતોના વર્ણન સિવાય અર્વાચીન શોધની સરખામણી કરવી એ કેટલી અનુચિત છે? પરંતુ ધૃષ્ટતાની સીમા બાંધે જ હોય છે! આનાથી આગળ વધીને મિત્રાવરુણો એ સમાસમાં હાયડ્રોજન (મિત્ર)ના બે અણુઓ અને ઑકિસજનના એક અણુનું સૂચન છે એમ કહીને કેટલાક

પંડિતો સિદ્ધ કરવા મથે છે કે પાશ્ચીના રાસાયનિક બંધારણનું ચોક્કસ જ્ઞાન વેદમાં છે!

પ્રાચીન હિન્દના ઇતિહાસનું વાસ્તવિક અભિમાન દરેક હિન્દીએ રાખવું જોઈએ. પરંતુ ખોટા અભિમાનના આડંબર નીચે અસત્યનો અથવા અત્યુક્તિનો આશ્રય લેવાની લાલચથી સાવધ રહેવું જોઈએ; કારણ કે તેમ કરવાથી નથી વધતી પ્રાચીન હિન્દુઓની પ્રતિષ્ઠા અને નથી વધતું અર્વાચીન હિન્દુઓનું વાસ્તવિક ગૌરવ. જે પ્રાચીન જ્ઞાનનો વારસો આપણને મળ્યો છે તે ટકાવી રાખવાનો અને તેમાં વૃદ્ધિ કરવાની આપણી લાયકાતનો આધાર આપણી મહેનત, ખંત, અભ્યાસ અને પરાક્રમ ઉપર જ રહેશે. સદ્ગત દા. પ્રપુલ્કચંદ્ર રૌપ્ય કે પ્રો. ગંગુજી પ્રાચીન હિન્દુ રસાયનનો વિચાર માત્ર જ કરીને બેસી રહ્યા હોત તો દેશને શો લાભ થયો હોત? સ્વર્ગસ્થ રામાનુજમ, સર જગદીશચંદ્ર બોસ, સર ચંદ્રશેખર રમણ, સર શાન્તિસ્વરૂપ ભટ્ટનાગર, મેધનાદ સાહા, ખીરબલ સાહાની અને હોમી ભાભા અને દા. રામન જેવા સમર્થ વિદ્વાનો અર્વાચીન સમયમાં પૃથ્વીના અગ્રગણ્ય વૈજ્ઞાનિકોમાં (F. R. S.) રૌપ્ય સોસાયટીના ફેલો તરીકે) હિન્દનું નામ શોભાવે છે. જે દેશના ઇતિહાસમાં આવા આવા ઉજ્જવળ પુત્રોનાં નામ અંગે છે અને જે પ્રજાના પૂર્વજોએ પણ પોતાના સમકક્ષીન વિદ્વાનોમાં પોતાનું અપ્રતિમ સ્થાન સ્થાપી તેને જાળવી રાખ્યું હતું તે દેશના પ્રાચીન કે અર્વાચીન ગૌરવની રક્ષાને માટે સત્ય સિવાય ખીજ કશાની જરૂર નથી.

### અંકગણિત

ગણિતવિદ્યા અને તેની શાખાઓમાં પ્રાચીન હિન્દુઓએ મેળવેલી પ્રતીણતા વિશે કંઈ શંકા નથી. ગણિતવિદ્યાના ઇતિહાસકાર કેન્જેરીનો નીચેનો અભિપ્રાય પ્રમાણરૂપ ગણી શકાય:

“આપણા સમયના વિજ્ઞાનમાં હિન્દુ ગણિતવિદ્યા કેટલા અંશે પ્રવેશ કરે છે તે નોંધવા યોગ્ય છે. અર્વાચીન સમયના અંકગણિત

અને અંકગણિતનું રૂપ અને બાર બંને વાસ્તવિક રીતે ગ્રીક નહિ પણ હિન્દુ શિષ્ટતાની પ્રસાદી છે. ગણિતના સાંકેતિકોમાં સર્વથી ઉત્તમ હિન્દુ અંકપદ્ધતિનો, આપણા કેટલી જ સંપૂર્ણતાએ પહોંચેલી હિન્દી અંકગણિતની ક્રિયાઓનો, અને તેમની સુંદર અક્ષરગણિતની રીતોનો વિચાર કરો—અને પછી નિર્ણય કરો કે ગંગાતટનિવાસી બ્રાહ્મણો કેટલી પ્રગતિને પાત્ર છે. આપણા દુર્ભાગ્યે અનિશ્ચિત પરિભ્રાણોના પૃથક્કરણના પ્રિયપ્રમાં હિન્દુઓની કેટલીએક ઉત્તમ શોધો યુરોપમાં ધણી જ મોડી પહોંચી અને જો કે બે ત્રણ ચતુર્થકો પહેલાં તે પહોંચી હોત તો વધારે ઉપયોગી થઈ પડત.”

જ્યોતિષવિદ્યામાં અને ખગોળવિદ્યામાં વપરાતી ગણતરીના અભ્યાસ-ને લીધે પ્રાચીન હિન્દુઓ ગણતરીમાં એકા દતા. સંખ્યાના મુજબકાર, ભાગાકાર, અને મૂલસોધનમાં તેમણે પ્રવીણતા મેળવી હતી, વર્ગમૂલ અથવા ધનમૂલ કાઢવું એ તો રમત વાત હતી. હજીપણુ દેશી આંક અને દેશી લેખાંની પદ્ધતિની સરળતા અને ઉપયોગિતા વિષે શંકા નથી; દૈનિક વ્યવહારમાં પણ દેશી “સમ” “પા” “સવાયા” “અઢિયા” “જીયા” વગેરે આંકની પદ્ધતિથી અને લેખાંની કૂંચીયા ધણી મોટા હિસાબ દુકામાં અને જસદીથી પતાવી શકાય છે. અંકગણિતના મુખ્ય પાયા રૂપ (૧) સંખ્યાવાચક અંકો—આંકડાની અને (૨) દર્શાવતી પદ્ધતિ એ બંનેની શોધનું માન પ્રાચીન હિન્દુઓનો ધટે છે. યુરોપીય ઇતિહાસકારો આ જ્ઞાનના આદ્ય સંપાદકો તરીકે આરબો અને ગ્રીકોને પૂજે છે, પરંતુ પ્રાચીન આરબો અને ગ્રીકો હિન્દુઓ પાસેથી ઘણું શીખ્યા હતા; ઉત્તર યુરોપના કેટલાએક પ્રદેશો સાથે હિન્દને સીધો સંબંધ નહિ હોવાને લીધે પ્રાચીન હિન્દી સંસ્કૃતિનો પ્રચાર યુરોપમાં તે સમયના આરબો ગ્રીક અને મિસર દેશના વેપારીઓની મારફત જ થયેલો હોવાથી તેવી શાન્તિ થાય એ સ્વભાવિક છે.

અશોકના સમયના કૃતિસ્તંભોમાં સંખ્યાવાચક અંકોનો

ઉપયોગ થયેલો જોવામાં આવે છે, એટલે ઇસ્વીસન પૂર્વે ત્રણમા વર્ષ પહેલાં આ અંકો હિન્દમાં પ્રચલિત હતા. આ અંકો હાલમાં અંગ્રેજીમાં ‘અરેબિક અંકો’ તરીકે ઓળખાય છે, કારણ કે તેમની શોધ હિન્દમાંથી આરબ વિદ્વાનોની મારફત જ યુરોપીય પ્રગતને મળી હતી. રોમન સંખ્યાંક કરતાં આરબ ગણાતા સંખ્યાંક વધારે સરળ અને સુગમ છે, તેથી યુરોપના ઇતિહાસકો તેના ખૂબ વખાણ કરે છે; કારણ ચાલુ સાલ રોમન અંકોમાં લખવી હોય તો MCMXLVIII લખવું પડે અને આરબ ગણાતા હિન્દુ અંકોમાં લખવું હોય તો 1948 એમ ટૂંકાણુંમાં લખી શકાય. આયર્લૅન્ડ (ઇ. સ. ૪૭૬), પ્રકાગુપ્ત (ઇ. સ. ૫૮૮-૬૬૦) અને હારકેરાચાપ (૧૧૧૪) વગેરે વિદ્વાનોએ દર્શાવેલી રીતે વર્ણવેલી છે. જુઝા સૈકામાં રચાયેલા ‘વ્યાસભાષ્ય’ માં રાસાયનિક રૂપાંતરને એકડા ઉપર મીઠા મૂકવાથી થતા રૂપાંતર અને સંખ્યાંતરની સાથે સરખાવવામાં આવ્યું છે. તેથી દા. ધ્રુવેન્દ્રનાથ સ્તીલ અનુમાન કરે છે કે આરબો, અથવા ગ્રીકો-સીરિયન પ્રજાઓના કરતાં ઘણા જ પ્રાચીન સમયમાં હિન્દુઓમાં આ દર્શાવપદ્ધતિ પ્રચલિત હતી.

આરબોએ અંકપદ્ધતિ અને ગણનારીતિ વિષે હિન્દુઓ પાસેથી જ્ઞાન મેળવ્યું હતું એ નિઃશંક છે; ખલીફ વાલીદ (ઇ. સ. ૭૦૫-૭૧૫) ના સમય સુધી આરબોને સંખ્યાવાચક અંકોનું જ્ઞાન નહોતું, અને તેઓ અંકોને બદલે મૂળાક્ષર વાપરતા. સિંધમાંથી કેટલાએક હિન્દુ વિદ્વાનો ખલીફ મનસુરના ફરખારમાં ગયા હતા (ઇ. સ. ૭૭૩) અને હિન્દુ જ્યોતિષ અને ગણિતનું જ્ઞાન આરબોને આપ્યું હતું. ખલીફ માયુન (ઇ. સ. ૮૧૩-૮૩૩) ના સમયમાં પુસ્તકશાળાના ઉપરી મહમદ ખીન મુસાએ બનાવેલા પુસ્તકનો આધાર લઈને કેલબ્રુકે અભિપ્રાય આપ્યો છે કે હિન્દુ ગણિતનો આરબોમાં પ્રચાર થયો હતો. હિન્દુ અંકને અરબી ભાષામાં “હિન્દુસા” કહે છે. અને અંકગણિતને ઇસ્મે

હિન્દુસા " કહે છે. આ ઉપરથી પણ અરબી અંકગણિત સાથે હિન્દુ વિદ્વાનો સંબંધ સ્પષ્ટ સમજાય છે. આ ઋષ્ય સ્વીકારતાં અલ્ફેરની ( ઇ. સ. ૧૦૩૩ ) નામના પ્રસિદ્ધ આરબ વિદ્વાને લખ્યું હતું:- "અમે જે સંખ્યાવાચક સંજ્ઞાઓ વાપરીએ છીએ તે હિન્દુઓમાં વપરાતી સંજ્ઞાઓનાં ઉત્તમ રૂપો ઉપરથી ઉપજ્યાની કાઢેલી છે." મુસાના પુસ્તકો ઉપરથી સ્પેન અને ઇટલીના વિદ્વાનોને સંખ્યા અને હિન્દુ અક્ષરગણિતનું જ્ઞાન થયું હશે એમ ધારવાને સમજા કારણો છે. ઇટાલીના લિયોનાર્ડો ડી વીન્સી નામના વિદ્વાને અંકગણિતની ઉપર ઈ. સ. ૧૨૦૨ માં પુસ્તક લખીને યુરોપમાં અર્વાચીન અંકગણિતની શરૂઆત કરી, આ સર્વ પ્રચારમાં ઇટાલીની પીસાની પાઠશાળા અને સ્પેનમાં કોર્ડોવાની પાઠશાળાઓના મુસલમાન શિક્ષકો સહાયકારક થયા હતા. આ પ્રમાણે યુરોપમાં અંકગણિતને પ્રચાર આપ્યો અને મુસલમાનોની મારફત થયો હતો તે સત્ય છે, પરંતુ તેથી હિન્દુઓના અંકગણિતના જ્ઞાનની શ્રેષ્ઠતા અને પ્રાચીનતા નષ્ટ થતી નથી.

### અક્ષરગણિત

અક્ષરગણિત પણ એક પ્રાચીન હિન્દુ વિદ્યા છે. ગ્રીક દેશનો આલ અક્ષરગણિતવેત્તા ડાયોફેન્ટસ ( ઇ. સ. ૩૬૦ ) હિન્દમાંથી આ વિદ્યા શીખ્યો હશે એમ કેમેરી દર્શાવે છે. હીયના અભિપ્રાય પ્રમાણે અક્ષરગણિતના સાંકેતિક રૂપમાં યુરોપીય પ્રજાના કરનાં હિન્દુઓ આગળ હતા. ખરીક અને સાંકેતિક સંખ્યાને અંકગણિતની રીતો લાગુ પાડવાની રીતોને અંકગણિતનું નામ આપી શકાય તો તેના મૂળ શોધકો હિન્દુઓ જ હતા એમ હેન્ડલનો અભિપ્રાય છે.

પ્રાચીન હિન્દુઓનું અક્ષરગણિત સંખ્યાની નુટક જ્ઞાન વ્યવસ્થિત રૂપમાં મૂકનાર અને તે નવી વિદ્યાના મૂળ સ્થાપક તરીકે

\* Rational ÷ Irrational

નામ કાઠનાર ગણિતશાસ્ત્રી આર્પાઈ પાટલીપુત્રમાં ઇ. સ. ૪૭૬-માં જન્મ્યો હતો. તેથી તેનો કાળ ડાયોફેન્ટસ કરતાં લગભગ સો વર્ષ જેટલો મોડો કહી શકાય; પરંતુ તેની પદ્ધતિ તેમ જ પરાક્રમની વિચક્ષણતામાં આ ગ્રીક વિદ્વાનને હિન્દુ ગણિતશાસ્ત્રીનો શુરુ કહી શકાય નહિ એમ સ્પષ્ટ સિદ્ધ થયું છે. વળી હી મૉર્ગનના મત પ્રમાણે જે અર્થમાં આ હિન્દુ વિદ્વાને અક્ષરગણિતનું નામ આપી શકાય તે અર્થમાં ડાયોફેન્ટસના પુસ્તકને તે નામ આપી શકાય નહિ.

ઈ. સ. પાંચમાથી પ્યારમા સૈકા સુધીમાં હિન્દુ અક્ષરગણિતમાં ધણો વિકાસ થતા પાંચો હતો; હિન્દુઓએ સંપાદન કરેલું જ્ઞાન યુરોપમાં સત્તરમા અને અઠારમા સૈકા સુધી પ્રાપ્ત થયું નહોતું અને તે પછી એક જ વસ્તુને બીજીવાર શોધી કઢાઈ હતી એમ કહી શકાય. આ સમયનું હિન્દુ અક્ષરગણિત અંગ્રગણિતની પેઠે યાકુબ અને મુસાના પુસ્તકોની મારફત આરબોમાં, અને તેમની મારફત મધ્યકાલીન યુરોપમાં પ્રસિદ્ધ થયું હતું. ચીન અને જાપાનમાં પછી ત્યાંના ગણિતશાસ્ત્રીઓ હિન્દુ અક્ષરગણિતનો ઉપયોગ બાજુતા હતા.

## ભૂમિતિ

વૈદિકકાળમાં યજ્ઞની અને યજ્ઞકુંડ વગેરેની રચનાના વ્યાવહારિક જ્ઞાન ઉપરથી ભૂમિતિના સિદ્ધાંતોનું જ્ઞાન પ્રાચીન ઋષિઓને પ્રાપ્ત થયું હતું. અને આ વિષયમાં સ્પર્થી પ્રથમ ઉલ્લેખ ઐદાધાયન અને આપસ્તમ્બનાં “શુલ્વસૂત્રો” માં મળી આવે છે. આ શુલ્વસૂત્રો ઈસ્વીસન પૂર્વે આઠમા સૈકા જેટલાં પ્રાચીન છે; અને તેમાં મિસર દેશના ભૂમિતિકારોની મદદ મળી હોય તેમ લાગતું નથી. તેમ જ આ સમયની હિન્દુ ભૂમિતિમાં ગ્રીક સંસ્કૃતિની અસર થતા પામી ન હતી એમ હીથનો અભિપ્રાય છે; આ જ્ઞાન કેવળ વ્યાવહારિક ન હતું; તે સમયની લગભગ બધી શોધોમાં વ્યાવહારિક જ્ઞાન ઉપરાંત તર્કશુદ્ધિ અને વિચારશક્તિનો ઉપયોગ થયેલો છે.

પ્રાચીન હિન્દી ભૂમિતિકારોની સંખ્યા નાની ન હતી. લટ, આય'લટ ( ૪૭૬ ઇ. સ. ), લલ ( ૪૯૯ ), વરાહમિહિર ( ૫૦૫ ), બ્રહ્મગુપ્ત, શ્રીધર, મહાવીર ( ૮૦૫ ), નાનો આય'લટ ( ૯૭૦ ) અને 'ઉત્પલ ( ૯૭૦ ) એ બધા આચાર્યોના અથો ઉપરથી ભાસ્કરાચાર્યે ( ઇ. સ. ૧૧૧૪ ) એક પુસ્તક લખેલું છે; તેમાં પ્રાચીન અન્વેષકાના જ્ઞાનને વ્યવસ્થિત અને સારરૂપમાં આણેલું છે. પાંચથાગોરસના નામે એળખાતો એક સાધારણ સિદ્ધાન્ત “ કાટખૂણાવાળા ત્રિકોણની સામેના ભુજનો વર્ગ કાટખૂણાના બે ભુજના વર્ગના સરવાળાની બરાબર થાય છે ”—ભાસ્કરાચાર્યે જે રીતે સિદ્ધ કર્યો છે; તે જેમાંની એક રીત ઇ. સ. ૧૬૧૬-૧૭૦૩ માં વૉલીસે શોધી કાઢી ત્યાં સુધી સુરોપમાં અચૂત હતી. ડીક ગણિતશાસ્ત્રીઓના જેટલા જ પરિણામો અને સિદ્ધાન્તો લાવવા છતાં એટલું કખૂલ કરવું પડશે કે ઇ. સ. પૂર્વ ૩૦૬-૨૮૩ ના સમયમાં યુક્લીડે જે પદ્ધતિ અને વ્યવસ્થા ભૂમિતિમાં આણી હતી તે વ્યવસ્થા હિન્દુ ભૂમિતિમાં જેવામાં આવતી નથી. આતું કારણ એ હોઈ શકે કે વેદિક સમય પછી યજ્ઞોનો રિવાજ બંધ થવાથી અને મૂર્તિપૂજા અને મંદિરોની વ્યવસ્થા થવાથી ભૂમિતિ ભુસાર્થ ગઈ હતી.

## ત્રિકોણમિતિ

ત્રિકોણમિતિના વિષયમાં ફેટલીએક દિશામાં ડીક કરતાં હિન્દુ ગણિતશાસ્ત્રીઓ આગળ વધેલા હતા; અને બીજી ફેટલીએક દિશામાં અર્વાચીન ત્રિકોણમિતિમાં અચૂત સંપાદન કયું હતું. “ જ્યા ”, “ કોટિજ્યા ” અને “ ઉત્ક્રમજ્યા ” એ સર્વનાં કોષ્ટકો બનાવવામાં હિન્દુઓ પ્રથમ હતા. જ્યાને માટે અંગ્રેજીમાં વપરાતો “ સાઇન ” શબ્દ સંસ્કૃત ઉપરથી આરબોએ કરેલા અપભ્રંશનું રૂપ લાગે છે. ડીક ગણિતશાસ્ત્રીઓ જ્યાના ઉપયોગથી પરિચિત નહોતા, તેઓ પૂર્ણજ્યા—



ચાપકણી<sup>૧</sup>ની સદાયથી ગણતરી કરતા, હિન્દુ જ્યોતિષીઓનાં કાષ્ટક ઉપરથી એમ પણ સિદ્ધ થાય છે કે પ્રાચીન હિન્દુઓને તથા ત્રિકોણમિતિ ઉપનાત ગોલીય<sup>૩</sup> ત્રિકોણમિતિનું જ્ઞાન હતું.

કલનવિદ્યા<sup>૪</sup> અને ચનન-કનનવિદ્યા<sup>૫</sup> તેમ જ તેનો ખગોલ-શાસ્ત્ર અને જ્યોતિષવિદ્યામાં ઉપયોગ કરવામાં ન્યૂટન (૧૬૪૨-૧૭૨૭) કરતાં સ્વાસ્કરાચાર્ય<sup>૬</sup> (૧૧૧૪)ની શોધ લગભગ પાંચ વર્ષ જેટલી પ્રાચીન હતી. અર્વાચીન ખગોલવિદ્યામાં મદના પરિમાણ<sup>૭</sup> નું ચલન રોધવામાં વપરાતું સૂત્ર અને તે સૂત્ર સિદ્ધ કરવાની પદ્ધતિ સ્વાસ્કરાચાર્યની રીતને લગભગ મળતી આવે છે. પ્રજેન્દ્રનાથ સ્ત્રીવના અભિપ્રાય પ્રમાણે આર્કીમીડીસ નામના ગ્રીક વિદ્વાનના કરતા સ્વાસ્કરાચાર્યની રીત અને પરિણામ અર્વાચીન પદ્ધતિને વધારે મળતા આવે છે અને તેથી તેને ગ્રીક કરતા વધારે શ્રેષ્ઠતાનું માન થતે છે.

### ખગોલવિદ્યા

મનુષ્યજાતિની દરેક પ્રાચીન પ્રજા પોતપોતાના નિરીક્ષણ અને અનુભવ પ્રમાણે ખગોલનું અંધારણુ રચે છે. પ્રાચીન સમયના ખાલ્ડિયાની, મીસર દેશની, ચીન અને ગ્રીસ દેશની પ્રજાઓએ હિન્દુઓની માફક તારા, મહા અને સૂર્યની ગતિ સબધી થોડું વધુ વ્યાવહારિક જ્ઞાન સંપાદન કર્યું હતું, પરંતુ કેવળ નિરીક્ષણ ઉપરાંત વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોલક<sup>૧</sup> અને વિચારપૂર્વક ચિતનથી ખીણ પ્રજાઓ કરતાં હિન્દુઓએ આ વિષયમાં વધારે પ્રવીણતા મેળવી હતી હીપાર્કસ (ઈ સ પૂર્વ ૧૫૦) અને ટોલેમી (ઈ. સ. ૧૩૯) એ બે યુનાની ખગોલવેત્તાઓના કરતાં હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓનું જ્ઞાન ઓછું ન હતું તે છતાં પ્રાચીન હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓ બેખીલોનિયનો

1 Chord 2 Plane 3 Spherical 4 Calculus 5 Differential Calculus 6 Magnitude

પાસેથી ધણું શીખ્યા હશે એમ મનાય છે. ખાસ કરીને રાશિચક્ર અને સત્તાવીસ નક્ષત્રોની વ્યવસ્થા તેમની તરફથી મેળવી હશે, પરંતુ કોલબ્રુક અને મેકસમુલર એવો મત દર્શાવે છે કે આકાશના નિત્ય દર્શનથી અને ચંદ્રની ગતિના નિરીક્ષણથી આ પ્રમાણે આકાશનું વિભાજન કરવાનું હિન્દુઓને સ્વતઃ સૂઝ્યું હોય.

હિન્દુ રાશિચક્રની સંજ્ઞા યુનાની સંજ્ઞાઓના અર્થ અને સંજ્ઞાદર્શક પ્રાણીના આકારને મળતી આવે છે. આ સંજ્ઞાઓ આર્ચબેટ્ટ (ઈ. સ. ૪૭૬) નાં પુસ્તકોમાં વપરાય છે. તેથી હિન્દુ રાશિચક્ર એશીયોનિયન નહિ પણ યુનાની પ્રજા તરફથી મળ્યું હશે એમ માનવું વધારે ઇષ્ટ છે. આર્યોને તેમના અક્ષવીસ “મન્ઝીર” વિષે હિન્દુઓ પાસેથી આઠમા સૈકામાં જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું તે વિષે શંકા રહેતી નથી.

પૃથ્વીની ધરી ઉપરની ગતિનું જ્ઞાન આર્ચબેટ્ટે પાંચમા સૈકામાં મેળવ્યું હતું; અને સૂર્યમંડળ અને ચંદ્રમંડળના ખરા કારણની સમજૂતી તેણે આપી છે. જો કે પાછળથી આ સમજૂતી રાહુ વગેરેની કલ્પનાથી પૌરાણિક કાળમાં ભ્રષ્ટાઈ ગઈ હતી. આ ઉપરાંત હિન્દુ ખગોળવેત્તાઓએ પૃથ્વીની સરખામણીમાં સૂર્ય અને ચંદ્રનાં કદ, મહત્તા પરિક્રમણકાળની ગણતરી અને અવલંબનની અને ખીજ અનેક પ્રકારની મદ અને તારાઓની ગતિની ગણતરીમાં મેળવેલી ચોકસાઈથી, એ વિષે તેમના સમયની ખીજ પ્રજાઓનું જ્ઞાન જોનાં, આપણને અભિમાન અને સંતોષ થાય છે.

યુનાની ખગોળવિદ્યા અને તેના ગુણદોષથી પ્રાચીન હિન્દુ ખગોળવેત્તાઓ પરિચિત હતા તે વિષે શંકા રહેતી નથી: કારણ કે વરાહમિહિર (ઈ. સ. ૫૮૭) યુનાની પ્રજામાં આ વિદ્યા મુખ્યપરિચિત છે એમ સ્પષ્ટ રીતે ઉલ્લેખ કરે છે. પરંતુ આ બંને

પ્રગ્નઓ તેનો કેટલા અંશે વિનિમય કરી શકી હતી તે વિષે શંકા રહે છે; ખગોલના અભિગ્રાહ પ્રમાણે હિન્દુ અને યુનાની પ્રગ્ન વચ્ચે પરસ્પર ખડુ ઝોઝો વિનિમય થતો હતો, કારણ કે એ બે પ્રગ્નઓની ગણતરીમાં અને પરિણામોમાં કોઈ પણ સ્થળે સંપૂર્ણ સામ્ય મળતું નથી. હિન્દુઓએ યુનાની પ્રગ્નની પામેથી જે કંઈ લીધું હશે તેમાં હિન્દુ સિદ્ધાંતોનાં તત્ત્વો દાખલ થયો વિના રહ્યા નથી. દાખલા તરીકે ચાપકર્ણને બદલે દરેક ઠેકાણે જ્યાંનો ઉપયોગ જોવામાં આવે છે, અને ભૂમિતિના રૂપને બદલે અંકગણિતની રીત વાપરવામાં આવી છે.

ચીનમાં પણ હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓની શ્રેષ્ઠતા સ્વીકારાઈ હતી. હિન્દુ વેધશાળાનાં ઉપકરણો ચીનમાં દાખલ કરવામાં આવ્યા હતાં એવું દેખાડનાર અવતરણો વર્નરે બતાવ્યા છે. મિકામીની માન્યતા પ્રમાણે ઇ. સ. સાતમા સૈકામાં અને ત્યાર પછી ચીનાઈ સરકારની નોકરીમાં હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓ હતા; અને કેટલાંક સંસ્કૃત પુસ્તકોનો ચીનાઈ ભાષામાં અનુવાદ કરવામાં આવ્યો હતો; ઇ. સ. ૬૮૩-૭૨૭) અને ખીજા ચીનાઈ વિદ્વાનોએ કરેલા ચીનાઈ પંચાંગના સુધારામાં હિન્દુ ખગોલવિદ્યાની અસર સ્પષ્ટ જોવામાં આવે છે. તેવી જ રીતે આરબોમાં આઠમા સૈકામાં હિન્દુ ખગોલ-વિદ્યાનો પ્રચાર થયો હતો.

તેમના બહોળા વ્યાપારને લીધે હિન્દુઓને નૌકાયાઓનો સારો અનુભવ હતો અને તેને અંગે તારા અને નક્ષત્રોની ગતિ વિષે સાત્ત્વં જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું. તારા, ગ્રહો અને નક્ષત્રોનાં નિરીક્ષણોને માટે પ્રાચીન સમયમાં કેવી વેધશાળાઓ હતી તેનો ખ્યાલ જ્યોત્સના મહારાજા જ્યોતિષે બધિલી વેધશાળાઓ ઉપરથી આવે છે. ઉજ્જન, જ્યોત્સના અને કાશીની હિન્દુ વેધશાળાનાં યંત્રો અને ઉપયંત્રો હિન્દુ પદ્ધતિની પ્રયોગાત્મક બાબતોની સાક્ષી પૂરે છે. તે છતાં આપણે કબૂલ કરવું પડશે કે પ્રાચીન હિન્દુઓના સમય પછી

ખગોલવિદ્યામાં, અને અવૈજ્ઞાનિક ગણ્યાતી જ્યોતિર્વિદ્યામાં પણ અર્વાચીન સમયમાં યુરોપના વિદ્વાનોએ આપણું જ્ઞાન ધણું વધાયું છે. ભૌતિકવિદ્યા

પ્લેક્ટર નામના અર્વાચીન ભૌતિકશાસ્ત્રીના નીચેનાં વાક્યો ગ્રીક ભૌતિકવિદ્યાને માટે લખવામાં આવ્યા હતાં: પરંતુ તે વાક્યો ભૌતિક-વિદ્યામાં પ્રાચીન હિન્દુઓના જ્ઞાન વિષે વાપરી શકાય. “પ્રાચીન પ્રજાઓમાં—ભૌતિકવિદ્યાની વાસ્તવિક પદ્ધતિ પ્રચલિત હતી એમ કહી શકાય નહિ. તે છતાં તેમનાં પુસ્તકોમાં અનેક ઉન્નત વિચારો; કેટલીએક સુભાષ્યે ખરી પડેલી કલ્પનાઓ અને અનેક દિશામાં પ્રકાશનાં કિરણો જેવામાં આવે છે.”

યુનાની ભૌતિકવિદ્યાની જેમ હિન્દુ ભૌતિકવિદ્યાનાં પરાક્રમેમાં અને પદ્ધતિમાં તે જ પ્રકારનું સામર્થ્ય અને તેવા જ પ્રકારની અપૂર્ણતા જેવામાં આવે છે. તે છતાં હિન્દુ ભૌતિકશાસ્ત્રના સિદ્ધાન્તો તે સમયની ખીજ વિદ્યાઓનાં પરિણામની સાથે સમકક્ષી અને સમન્વિત હોવાને લીધે વધારે વસ્તુતાવાળા હતા: અને વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણની પદ્ધતિ જે કે એકનના મતના જેટલી પ્રયોગપૂર્વક આગમનમંત્રી નહોતી તે છતાં એરિસ્ટોટલના કેવળ તર્કવાદ કરતાં વધારે પ્રયોગાત્મક હતી. તે ઉપરાંત એટલું પણ કહેવું જોઈએ કે જ્યાં જ્યાં પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને અવલોકનનાં સાધનો અને સગવડ મળતાં ત્યાં ત્યાં એકસાઈ વધારે અંશમાં હિંદી વિજ્ઞાનમાં જેવામાં આવે છે.

પ્રાચીન હિન્દુઓના તત્ત્વજ્ઞાનની શ્રેષ્ઠતા સ્વીકારાઈ છે; અને આધ્યાત્મિક જ્ઞાનની સાથે આધિભૌતિક સૃષ્ટિના નિરૂપણમાં પણ તેઓ પછાત ન હતા. “પુરુષ” અને “પ્રકૃતિ” અર્વાચીન ભૌતિક-વિદ્યાનાં શક્તિ\* અને દ્રવ્ય† સાથે અમુક અંશે સરખાવી શકાય.

અર્થાચીન જડવાદના મૂળ રૂપ અણુવાદ અને પરમાણુવાદ યુનાની પ્રગ્નઓના કરતાં વધારે ઉત્તમ અને વધારે સંપૂર્ણ રીતે હિન્દમાં સમગ્રવચમાં આચો હતો. 'દીપ્તનરી ઓદ્ધ શીનોસોરી'માં આ વિષે લખનાર ઓ કૃત્તેમીગના અભિપ્રાય પ્રમાણે “આ અણુવાદ યુનાનમાં નહિ પણ પૂર્વના દેશોમાં પ્રથમ ઉદ્ભવ્યો હતો.” કથાદને વૈશેષિકવાદ અણુવાદની અસંખ્ય હિન્દુ કલ્પનાઓમાંની એક જ છે, પરમાણુ એટલે દ્રવ્યના અવિભાજ્ય કણની કલ્પના અને અણુને અવિનાશી અને શાશ્વત ગણવાની પદ્ધતિ, પ્રાચીન સમયથી જ સૃષ્ટિચયનાના મૌલિક સિદ્ધાન્ત તરીકે સ્વીકાન્ય છે જૈન મતમાં પણ અણુએતે અતિસૂક્ષ્મ, શાશ્વત, અને અતિમ ગણવામાં આવે છે ઉમાસ્વાતિ (૪ સ ૫૦) નામના જનર્વિ વદાને પરમાણુઓની સકલના તેમજુ પરસ્પર આકર્ષણ અને તેમર્થિ અણુઓનુ ખધારણ વગેરે વિષે સારી ચર્ચા કરી છે દા પ્રજેન્દ્રનાથ સીયના મત પ્રમાણે એક જ પ્રકારના પ્રાથમિક પરમાણુમાંથી જુદા જુદા પ્રકારના તત્ત્વોના પરમાણુ ઉત્કાન્ત થવાની માન્યતા જૈનોમાં છે. જે ખળથી પરમાણુઓની સકલના થધને અણુઓ ખને છે તે જ પ્રકારના ખળથી પરમાણુઓમાંથી તેમ જ અણુઓમાંથી રાસાયનિક સયોજનથી નવા સમ્મેલનો-પદાર્થો ખને છે સૃષ્ટિમાં આ પરમાણુઓ સ્વતન્ અને અસયોજિત દશામાં રહી શકે નહિ, અને તેથી ખાસ આવશ્યકતા અને નિયતિને લીધે સૃષ્ટિનુ સર્જન, વધન, અને કર્પાતર થાય છે. આ વિચારથી જડવાદ અને નાસ્તિકવાદને પોપણ મળે છે એ કહેવાની જરૂર નથી.

કથાદના વૈશેષિક સિદ્ધાન્તમાં, તેમ જ જૈન અને ખૌદ્ધ મતમાં તેમ જ ખીજ તત્ત્વવેત્તાઓના મતમાં પણ દ્રવ્યના સાધારણ ગુણો વિષે વર્ણન જોવામાં આવે છે સ્થિતિસ્થાપતા-સ્થૈર્ય<sup>૧</sup>, સસકૃતિ<sup>૨</sup> સધાત અબેદતા સાદતા<sup>૩</sup> ચિક્ષ્ણતા-સિન્ગવતા<sup>૪</sup>, પ્રચલિતા-દ્રવતા<sup>૫</sup>, હિદ્રમયતા-સૌખ્ય<sup>૬</sup> ૫

વગેરે દ્રવ્યના ગુણોનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું હતું. વનસ્પતિના મૂળથી ચાખા સુધી જીવનરસના ઉદ્ભવનથી, તેમ જ હિંદમય વાસણોમાંથી પ્રવાહીઓના થતા વ્યાપન<sup>૨</sup> અને અભિસર્પણથી કેશીય ગતિની<sup>૩</sup> સમજૂતી આપવામાં આવતી હતી.

દ્રવ્ય અને શક્તિના સંરક્ષણના સિદ્ધાન્તો પ્રાચીન હિન્દુ ભૌતિક વિદ્યામાં સ્વીકારાયેલા હતા. દ્રવ્ય અને શક્તિને અવિનાશી ગણવામાં આવતાં; તેમનામાં વધઘટ થતા છતાં અને વૃદ્ધિ અને નાશ, થતા છતાં, પણ ઉપર તેમની એકંદર માત્રા<sup>૪</sup> સ્થિર રહે એમ ધારવામાં આવતું.

ગતિવિદ્યાના સૈદ્ધાન્તિક જ્ઞાનમાં પ્રાચીન હિન્દુઓ પ્રવીણ હતા; પૃથ્વી, સૂર્ય અને મહોની ગતિના વ્યાવહારિક અનુભવ ઉપરથી તેમનું જ્ઞાન દક્ષિત થયું હતું. ગતિમાન પદાર્થની ગતિનું કારણ ગુરુત્વાકર્ષણ છે એમ આર્પણટ, પ્રક્ષયપ્ત અને ભ્રમરક્રાંતિના જ્યોતિષના પ્રયોગમાં મળી આવે છે, પરંતુ ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમો તેમનાથી શોધી કઢાયા નહોતા. ગણિતપાઠશાળાના ક્રમશઃ વિભાગમાં કેમ (મતિ) નું પૃથક્કરણ અને નિરૂપણ કરવામાં આવ્યું છે. પરંતુ “ક્રમ” અને “ગતિ”ના દાર્શનિક અને ભૌતિક અર્થમાં ગૂંચવાડો અને મેળભેળ થવાથી અર્વાચીન દૃષ્ટિએ આ વિવેચન આપણને અત્યારે ઉપયોગી નથી. તે છતાં ગતિની વ્યાખ્યા, ગતિના પ્રકાર, \* ગતિના કારણ, બલના પ્રકાર, + અર્વાચીન ‘મોમેન્ટમ’ની કલ્પનાના

1. sap 2. diffusion 3. capillary motion 4. Conservation of matter and energy 5. Quantity \* ભ્રમણ (ચક્રવાળી ગોળ ગતિ), સ્પન્દન (vibratory), કમ્પન, ગમન (curvilinear), પવન (downward motion) સ્પન્દન (current-fluid), અભિસર્પણ (capillary motion) -એ ગતિના પ્રકાર ગણાતા.

x નોંધન pressure, અભિમાન impact, સરકાર momentum, વેગરેષ અને સ્થિતિરથાપક, ગુરુત્વ gravity, દ્રવ્ય fluidity.

જેવી વેગરથ સંસ્કાર—ગતિનાં આસ કારણની કલ્પના, એ સર્વે હિન્દુ વિદ્વાનોની બુદ્ધિ અને તકેશક્તિને શોભાવે તેવી છે, ગતિવિદ્યાના સૈદ્ધાન્તિક ત્રિભાગનાં આપણને મળી આવતાં પુસ્તકો હજી અપૂર્ણ હોય અને બીજાં પુસ્તકો અને લેખો મળી આવે તો એ વિષયપર હજી વધારે પ્રકાશ પડી શકે. પરંતુ ગતિવિદ્યાનું પ્રયોગાત્મક અન્વેષણ અને ગેલીલિયોના જેવું પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને માપન પ્રાચીન હિન્દુઓમાં થયું હોય એવી સાબિતી નથી એવો દા. સીધનો આભાસ છે. તેવી જ રીતે ગતિવિદ્યાની સાથે સંબંધ ધરાવતી સ્થિતિવિદ્યા + અને જલસ્થિતિવિદ્યા \* તેમજ ધ્વંત્રવિદ્યાના મૂળ સિદ્ધાન્તોનું અન્વેષણ થયું હોય એમ લાગતું નથી.

ભૌતિકવિદ્યાની લગભગ દરેક શાખામાં પ્રાચીન હિન્દુઓ થોડું-ધણું જ્ઞાન મેળવી ચક્રા હતા. પ્રકાશ અને ઉષ્મા બંને એક જ શક્તિના બિન્ન સ્વરૂપ છે એમ ધણાકની માન્યતા હતી; પૃથ્વી ઉપરની બધી ઉષ્માનું મૂળ સૂર્યમાં છે એમ ઉદયનાચાર્યે સિદ્ધ કર્યું હતું; પ્રકાશ અને ઉષ્માનાં કિરણો પ્રકાશિત અને ઉષ્ણ પદાર્થોમાંથી નીકળતા સૂક્ષ્મ અણુઓનાં બનેલાં હોય છે એવી વાયસ્પતિ ( ઇ. સ. ૮૫૦ ) ની કલ્પના હતી, પાણીની બિજગણની ધટના બાષ્પભવન અને પાણીની વરાળ થતાં તેનું વજન દલકું થાય છે એ ધટનાઓ શંકરમિત્રે સારી રીતે સમજાવી છે. પ્રકાશના વિષયમાં પણ પારદર્શક, અર્ધ-દર્શક, અને અપારદર્શક વસ્તુઓ અને તેમની છાયા વિષે ઉદ્યોતકરમાં વિવેચન જોવામાં આવે છે. પ્રકાશનાં કિરણોમાં આવર્તન અને પરાવર્તનનો કાણુ સરખો રહે છે તે નિયમથી પ્રાચીન યુનાનીઓની પેઠે પ્રાચીન હિન્દુઓ પણ માહિત હતા: વક્રીભવનની ધટના ઉદ્યોતકરે સમજાવી છે, અને પ્રકાશનાં કિરણોથી ચલી રાસાયનિક ક્રિયાઓ વિષે જ્યન્તે ઉલ્લેખ કર્યો છે; કાચ, ત્રિપાશ્વ, ગોળ, અને

શંકરમિત્રે      અપારદર્શક      પ્રયોગોમાં      અવરતતા      હતા:

અને તાલ (લ'ખગોળ કાચ)<sup>૧</sup>થી ધાસઅથવા ૩ પાળી સકાય છે એમ માહિતી હતી. કાચ ખનાવવાનો હુન્નર તે વખતે સારી સ્થિતિમાં હતો. પ્લીનીના અભિપ્રાય પ્રમાણે સર્વોત્તમ કાચ તે સમયે હિન્દુઓ ખનાવતા: સિંધમાં મોહે-જોડેરો નામના સ્થળે મળી આવેલા ઈ. સ. પૂર્વે ત્રણ હજાર વર્ષ જેટલા પ્રાચીન સમયના અવશેષોમાં પણ કાચની ખંખડીઓ છે.

નાદશાસ્ત્ર ૨ વિષેનું પ્રાચીન હિન્દુઓનું જ્ઞાન જેવું તેવું ન હતું. સંગીતનો મૂળ પાથો નાદશાસ્ત્ર અને સ્વરજ્ઞાન ઉપર રચાયેલો છે; પ્રાચીન હિન્દુ સંગીતની નવીનતા અને સંપૂર્ણતા વિષે અર્વાચીન અભ્યાસકો પણ માનની દૃષ્ટિએ જુએ છે. ધ્વનિ, પ્રતિધ્વનિ, અને ધ્વનિનું વક્રીભવન અને પરાવર્તન વગેરે વિષે તેમને સારું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું. મીમાંસકો અને નૈયાયિકોમાં પણ ધ્વનિના ભૌતિક કારણો વિષે વિવેચન જેવામાં આવે છે. નાદ, ધ્વનિ અને રેફ્રેક્ટ એ ત્રણ તરંગોથી ઉત્પન્ન અને વ્યક્ત થાય છે એમ સ્વીકારાતું; કેટલાં એકના મત પ્રમાણે આ તરંગો વાયુ—હવામાં થાય છે. અને બીજા કેટલાંએકના મતે એ વ્યાકાશમાં થાય છે. શબ્દસંતાનની કલ્પના અને વીચિતરંગ પાણીનાં મોઝાં સાથેનું સામ્ય અને શબ્દનાં તારમન્દ્રાદિ બેદ,<sup>૫</sup> તીવ્રમન્દ્રાદિ બેદ<sup>૬</sup> અને અસાધરણ ધર્મ<sup>૭</sup> એ સંબંધી નિરૂપણ, અને કમ્પસન્તાનસરેકારની નિર્બંજતાની સાથે ધ્વનિની થતી નિર્બંજતા અને લયની સમજૂતી, શ્રુતિ અને સ્વરના સમ્યન્ધની સમજૂતી, અને સ્વારગદેવના સંગીતરત્નાકાર (૧૨૧૦-૧૨૪૭) અને દામોદરના સંગીતદર્પણ (૧૫૬૦-૧૬૪૭) જેવાં પુસ્તકો ઉપરથી પ્રાચીન હિન્દુઓની આ વિષયના જ્ઞાનની સમૃદ્ધિનો ખ્યાલ આવે છે.

કેરપાંથી ધાસ વગેરે આકર્ષાય છે અને લેખકની સોય ચુમ્બક



કોલમ્બસના અમેરિકાથી પાછા આવ્યા પછી રપેનની પ્રગતિ  
 વિસ્ફોટક વગેરે રોગો લગભગ આખી પ્રગતિમાં ફૂટી નીકળ્યા હતા.  
 આ રોગને ઇશ્વરી ક્રોધ માનવામાં આવતો અને પ્રાર્થના અને દાન  
 વગેરેથી ક્રોધની શાંતિ કરવાના પ્રયત્ન થતા હતા; વહેમ, અજ્ઞાન,  
 અને અનિશ્ચિતતાના આ સમયમાં હિન્દુઓનું આયુર્વેદ અને  
 ઔષધવિદ્યાનું જ્ઞાન અનેક રીતે શ્રેષ્ઠ હતું. હિન્દુ આયુર્વેદનું જ્ઞાન  
 આર્ય અને શુનાની પ્રગતિઓની મારફત યુરોપમાં પ્રસરવા પામ્યું  
 હતું અને અર્વાચીન વૈદ્યકશાસ્ત્રના ઉદ્ભવમાં આ પ્રાચીન જ્ઞાન ઉપયોગી  
 થઈ પડ્યું હતું; અને તેથી ઐતિહાસિક અને તુલનાત્મક દૃષ્ટિથી  
 પણ પ્રાચીન હિન્દુઓનાં આ પરાક્રમે માટે તેમને ધન્યવાદ ધટે છે.

આયુર્વેદના આ મૂળ અધિકારો ચરક અને સુશ્રુત લગભગ  
 અઢીહજાર વર્ષ જેટલા પ્રાચીન છે. ચરક (ઈ. સ. પૂ. ૫૦૦) ઔષધ-  
 સંગ્રહ માટે વિખ્યાત છે અને સુશ્રુત (ઈ. સ. ૧૦૦) શસ્ત્રવૈદ્ય  
 તરીકે પ્રસિદ્ધ છે. તેમના પૂર્વના સમયમાં સંગ્રહ થયેલા જ્ઞાનભંડારને  
 મૂનિમંત સ્વરૂપ આપીને અને પોતાની નવી શોધોની ચોક્કસ નોંધ  
 રાખીને તેમણે આયુર્વેદની સ્થાપના કરી છે. તેમનાં પુસ્તકોમાં મળી  
 આવતાં વનસ્પતિ અને ઔષધના વર્ણનો, અને રોગની ચિકિત્સા  
 ઉપરથી તેમની પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ કરવાની ટેવ માટે આપણને આશ્ચર્ય  
 અને અભિમાન ઉત્પન્ન થયા વિના રહેતું નથી. જે સમયમાં ગેલન  
 નામના પ્રાચીન ગ્રીક વિદ્વાનની ખોટી માન્યતાઓના અધિકારમાં  
 યુરોપના વેદો ગોથાં મૂરતા હતા તે સમયમાં રોગચિકિત્સા અને  
 ઔષધ-ઉપચારમાં હિન્દુ વેદો પ્રવીણ હતા; તેમણે શસ્ત્રવિદ્યામાં પણ  
 નિપુણતા પ્રાપ્ત કરી હતી અને તે સમયનાં પુસ્તકોમાં ૧૨૧ જાતનાં  
 શસ્ત્રોનું વર્ણન કરેલું છે.

ઔષધશાસ્ત્રના અને રોગગ્રહોની પ્રજ્ઞાલિકા ઇ. સ. પૂ. ત્રીજા  
 સદ્યમાં મુમ્મયથી બધાએકી છે. અશ્વોક્ષના મુમ્મયના સ્તંભોએકી  
 -દોર અને મનુષ્યના ામનિવારણને માટે ઔષધોનું વર્ણન જોવામાં

આવે છે, ત્યારે યુરોપમાં સાતસો વર્ષ પછી જ પહેલી ઇસાઈ દસ્તિતાત્ત ઇસ્વી ચોથા સૈકામાં કોન્સ્ટન્ટાઇનને બધાવી હતી. યુરોપમાં નવી ગણતરી કેટલીએક ઔષધિઓ પ્રાચીન કાળથી હિંદમાં વપરાય છે. ધાતુઓ અને તેમની ભસ્મો પણ પહેલી હિંદમાં ઔષધ તરીકે વપરાતી શરૂ થઇ હતી. પ્રાચીન ગ્રીક અને રોમન ગ્રંથોમાં ધાતુમય ઔષધો બાહ્યોપચાર તરીકે વપરાતાં; પરંતુ પારા અને બીજા ધાતુઓનાં ઔષધોની શોધ પહેલાં હિંદમાં થઇ હતી. ઇસ્વી સાતમા સૈકામાં વરાહમિહિરે પારા અને લોહની ભસ્મોનો ઉલ્લેખ કર્યો છે; તે પહેલાંના સમયના ગ્રંથમાં ધાતુમય ઔષધોનું વર્ણન છે. આ બધા ગ્રંથોને આરબોએ તરજુમો કરીને સ્પૈન દ્વારા યુરોપમાં પ્રસિદ્ધ કર્યા હતા. યુરોપમાં ધાતુમય ઔષધોનો ઉપયોગ પેરોસેસસના સમય પછી જ સોળમા સૈકામાં થયો હતો. પારમા સૈકાના ગ્રીક દકીમોને પણ ત્રિક્ષણા જેવી પ્રાચીન હિન્દુ ઔષધિનું જ્ઞાન હતું; ઍક્યુએરિયસ નામના ગ્રીક વૈદ્યે ત્રિક્ષણાનું નામ 'ત્રિક્ષેરા પૂર્વા' આપ્યું હતું. હિન્દુ વૈદ્યકમાં સોમલ, લોહ, અને પારદ ( પારા ) નો ઉપયોગ જોઇને આરબ અને યુનાની દકીમો વિસ્મય પામતા. હજી પણ આયુર્વેદ કરતાં યુનાની દવાઓમાં આ ધાતુઓ અને ભસ્મો ધણા જ ઓછા અંશે જોવામાં આવે છે.

### શસ્ત્રવિદ્યા

વૈદ્યકની સાથે પ્રાચીન હિન્દુઓએ શસ્ત્રવિદ્યા સારી રીતે ખિલવેલી હતી. શરૂઆતમાં તે ગુદ્ધમાં, ખેતીમાં અને યિંકારમાં થતા અકસ્માતમાં તેનો ઉપયોગ સારો થવા પામ્યો હતો; અને તે સમયમાં તીર, કાંઠા, શલ્ય, વગેરે શરીરમાં દાખલ થયેલા અનિષ્ટ પદાર્થોને દૂર કાઢવાનું કામ પ્રાથમિક સ્થિતિમાં હશે : કારણ કે શસ્ત્રવિદ્યાને શલ્યવિદ્યા કહેવામાં આવતી.

મુશ્વતના સમય પહેલાં આ શસ્ત્રવિદ્યા સારી સ્થિતિએ પહેંચી હતી; મૃત અને જીવંત પ્રાણીઓને ચીરીને તેમની

અને છે, આ મેદના સૂક્ષ્મ અંશોમાંથી પૃથ્વી, વાયુ અને તેજના સંઘાતથી મ્લેષ્મના આવરણમાં ઠકિન દાડકાં-અસ્થિ બધાય છે; આ અસ્થિના પોદ્ધાણમાં મેદ રહે છે અને તે મેદમાંથી શુક્ર બધાય છે. આ વર્ણનમાં અપૂર્ણતા અને અયોગસાઈ ધણી છે અને અર્વાચીન જ્ઞાનની સાથે તેને સરખાવી શકાય નહિ.

છતાં રક્તપરિક્રમણના આ જ્ઞાન ઉપરથી એટલું તો ફક્ત થાય છે કે રક્તપરિક્રમણની ગતિ વિષે પ્રાચીન હિન્દુઓને શંકા ન હતી. રક્તની અને રક્તની ગતિનું કેન્દ્રસ્થાન હૃદય છે એ વાત સ્વીકારાઈ હતી; રક્ત હૃદયમાં ચિરાઓ વાટે જાય છે અને તેમાંથી ધમની વાટે શરીરમાં પ્રસરે છે એટલી સાધારણ વાત તેમની સમજમાં હતી. પરંતુ તે સિવાય રક્તશુદ્ધિમાં દવા અને ફેફસાંના ઉપયોગ સંબંધી તેમનું જ્ઞાન અપૂર્ણ હતું; તે છતાં તે સમયની બીજી પ્રાચીન પ્રજા કરતાં ઊતરે તેમ ન હતું એમ કહેવામાં અત્યુક્તિ નથી. હૃદયને અમૃત્યનું સ્થાન આપવામાં પ્રાચીન ગ્રીકોની પેઠે પ્રાચીન હિન્દુઓએ પણ ખૂલ કરી હતી. હૃદયને ફક્ત રક્તાશય તરીકે નહિ પણ પાચન અથેલા રક્તનો જાડાર ગણવામાં આવતું અને તેની સાથે ચેતનનું પણ સ્થાન ગણવામાં આવતું. આથી જ્ઞાનતંત્રસંસ્થાન<sup>x</sup>નું જ્ઞાન પ્રાચીન ભારતમાં વાસ્તવિક રીતે ખરું ન હતું.

સ્વરક્ત અને મુશ્નુતમાં હૃદયને મુખ્ય ઇન્દ્રિય અને ચેતનનું સ્થાન કહેવામાં આવ્યું છે; પરંતુ તે સમય પછીનાં તાત્ત્વિક પુસ્તકોમાં મગજ અથવા તો બ્રહ્મરંધ્રને મુખ્ય સ્થાન આપવામાં આવ્યું છે. તેની સાથે જ્ઞાનતંત્ર, નાડી+ અને જ્ઞાનતંત્રચક્રોનું અને તે દરેકની માનસિક સ્થિતિ અને વિચારની સાથેના સંબંધનું વર્ણન મળે છે. યૌગિક સમ્રાટાય પ્રમાણે જીવ-આત્મા મગજના બ્રહ્મરંધ્ર વિભાગમાં મગજની મધ્યરેખા અને “મનરોઝ ફેરામેન”ની વચ્ચેના સ્થાનમાં રહે છે અને બ્રહ્મરંધ્ર (કેરોડના

હાડકા-મેરુ) માં ઘઘનાડી, સુષુમ્ણા નાડી, અને મનોવહા નાડીમાં રમે છે. સુષુમ્ણાના મધ્ય રજઝુમાંથી ઇડા અને પિંગલા નામની નાડીઓ (જ્ઞાનતંતુઓ) નીકળે છે. આ વર્ણનનાં દસ ચક્રોમાંથી ત્રણ ચક્રો ખાસ અગત્યનાં છે. એક તો આગાચક્રમાંથી ગતિ અને ચક્ષુશક્તિ ઉપર કાબૂ મેળવી શકાય છે. બીજું મનશ્ચક્ર, જેમાં જ્ઞાનેન્દ્રિયના તંતુઓ-ગંધવહા, રૂપવહા, સ્પર્શવહા, રસવહા, અને રસચંદ્રવહા નાડીઓ એકઠી થાય છે. મનશ્ચક્ર મનોવહા નાડીથી છવ્વની સાથે સંપ્રકૃત થાય છે ત્યારે જ સવિકલ્પ જ્ઞાન પ્રાપ્ત થાય છે. આ જ્ઞાનતંતુઓની સંખ્યા એકંદરે સાતસો ઉપરની ગણવામાં આવે છે. આ વર્ણન અર્વાચીન જ્ઞાનતંતુસંરચનાના વર્ણનની સાથે સદંતર મળતું આવતું નથી, x તો પણ તેનો કેટલોએક ભાગ ખરો પડે છે એ માટે તે કાળના હિન્દુઓને ધન્યવાદ ધરે છે. સાધારણ વૈદ્યકવિદ્યા માટે આ જ્ઞાન ઉપયોગી નહિ હોય પરંતુ યોગીઓ અને યોગના ઉપાસકો હજી પણ એ વિચારપ્રણાલિકાને સત્ય સમજીને ચાલે છે.

### સુપ્રજનનવિદ્યા

પ્રાચીન હિન્દુઓ મર્મવિદ્યા, મર્મપોષણ, અને મર્મવૃદ્ધિ વિશે ઘણું જાણુતા હતા: મર્મદાં ગીરીને અથવા તો બીજી રીતે પ્રત્યક્ષ દિગ્દર્શક અને અવલોકનથી પ્રાપ્ત કરેલું તેમનું જ્ઞાન અર્વાચીન સમયમાં પણ બહુ અગ્રુહ ગણી શકાય નહિ. સુપ્રજનનવિદ્યા અને આતુર્વાચિક સંસ્કારનાં તત્ત્વો પણ તેઓ સારી રીતે સમજ્યા હતા; જાતિની શુદ્ધિ જનનવવા માટે અને વિદેશી અને અનાય પ્રજાઓને દૂર રાખવાને માટે જાતિસંસ્થા ધણી ઉપયોગી થઈ પડી હશે; અતુલોમ અને પ્રતિલોમ લગ્નના સિદ્ધાન્ત નીચે સુપ્રજનનવિદ્યાના તત્ત્વોનો ભાસ થાય છે. તે ઉપરાંત બીજા રિવાજો અને પ્રણાલિકા, મર્મરક્ષણ અને સુપ્રજનની ઉપદેશો માટે અનેક રીતે અતુલ્ય હતાં. આ રિવાજો સાંપ્રત

x વધુ વિગત માટે જુઓ દા. ગણનાયસેનનું પ્રત્યક્ષ-ધારીત.

કાળમાં ફરલે અંશે ઉપયોગી છે એ વિવાદાસ્ત વિષયમાં ન બિતરતઈ આપણે એટલું તો કહી ચકીશું કે પ્રાચીન સમયની બીજી પ્રગ્નઓ કરતાં હિન્દુ વિદ્વાનોનું આ વિષયનું જ્ઞાન વધારે ઉત્તમ પ્રકારનું હતું.

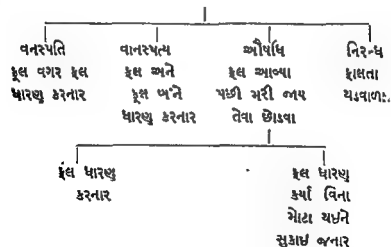
### વનસ્પતિવિદ્યા

ઔષધને માટે આવશ્યક વસ્તુઓને સ્વદસ્તે એકઠી કરવાની પદ્ધતિને લીધે પ્રાચીન હિન્દુ વૈદ્યોનું વનસ્પતિ-વિદ્યાનું જ્ઞાન તે સમયમાં ઉચ્ચ પ્રકારનું હતું :

વૈશેષિક સપ્રદાયના પ્રચસ્તપાદ નીચેનું વર્ગીકરણ કરે છે.

(૧) તૃણ-ધાસ, (૨) ઔષધિ-ફલ યથા પછી સુકાઈ જનાર (૩), લતા-વેલાઓ, (૪) અવતાન-બાગનાં ઝાડો અને છોડવા, (૫) વૃક્ષો-ફલ અને ફલ ધારણ કરનાર, (૬) વનસ્પતિ-ફલ વગર ફલ ધારણ કરનાર.

વનસ્પતિઓનું ચરક અને ચક્રપાણિનાં પુસ્તકોમાં નીચે પ્રમાણે વર્ગીકરણ કરવામાં આવ્યું હતું :



ઉદયન (ઇ. સ. ૬૭૫), વૃક્ષ અને વનસ્પતિમાં જીવન, મરણ, જીવ, જામરણ, રોગ, દવાની અસર, બીજમાંથી સમ્પત્તીય અનુબન્ધ,

અનુકૂલ પદાર્થ તરફની ગતિ, અને પ્રતિકૂલ પદાર્થથી દૂર જવું વગેરે ગુણોનું વર્ણન કરે છે. સૂર્યમુખી ફૂલની સૂર્ય તરફની ગતિના વિચાર ઉપરથી બિપજતી કવિતા અને ખીજ અનેક કલ્પનાઓ સંસ્કૃત સાહિત્યમાં પ્રસિદ્ધ છે. સૂર્યની શક્તિ વનસ્પતિઓમાં એકત્રિત થાય છે અને મૃત વૃક્ષોને બળતણ તરીકે વાપરતાં આ સૂર્યશક્તિને જ ઉપયોગ થાય છે.

વનસ્પતિમાં જીવ હોઈ શકે અને તેમનામાં પ્રાણીજીવનનું સાદસ્ય પ્રાપ્ત થઈ શકે એ વિચાર અર્વાચીન વનસ્પતિવેત્તાઓને કબૂલ કરાવવાને માટે સર જગદીશચંદ્ર બોસને વીસ વર્ષ લાગ્યાં; પરંતુ પ્રાચીન હિન્દુ-ઓને લક્ષ્મણવતી-લક્ષ્મણીમાં સંકોચાદિ પરિષ્કુટી ક્રિયા નું જ્ઞાન હતું. વનસ્પતિજીવનનાં લક્ષણોનું વર્ણન કરતાં ગુણરત્નાકાર નામના જૈન ગ્રંથ-માં વનસ્પતિમાં (૧) આસ્થાવસ્થા, યુવાવસ્થા અને વૃદ્ધાવસ્થા, (૨) નિયમિત વૃદ્ધિ, (૩) નિદ્રા, જાગ્રદવસ્થા, (૪) સ્પર્શથી સંકાય અને વિકાસ, અને આધાર (ટેકા) તરફની ગતિ, (૫) ધા વાગવાથી અને છાંભાવાથી સુકાઈ જવું, (૬) આહારની અનુકૂલતા અને પ્રતિકૂલતાની સાથે તેમની વૃદ્ધિ અને મરણ, વ્યાધિ-રોગનિદાન, અને વૃક્ષાધુર્વેદ, વગેરેનું વર્ણન જોવામાં આવે છે. વૃક્ષો અને વનસ્પતિમાં ચેતના અને અંતઃશક્તિ હોય છે એ તો હિન્દુશાસ્ત્રોમાં સ્વીકારાય છે: તેમનામાં સુખ અને દુઃખ અનુભવવાની શક્તિ હોય છે પણ તે અતિમંદ અને ગુપ્ત હોય છે. વૃક્ષાસ્તુ ચેતનાવંતોપિ તમરલ્લજ જ્ઞાનતયા શાસ્ત્રોપદેશવિપયા एव । -ચક્રપાણિ. પરંતુ તેમની એ ચેતના મનુષ્ય જેવા પ્રાણીના મગજના ઈન્ડિયારો કરતાં બિન્ન પ્રકારની છે કે કેમ એ એક ધણો મૂઢ પ્રશ્ન છે. મનુષ્ય યાત્રી જાય છે ત્યારે તેના જ્ઞાનતંત્રુઓ અને મગજમાં ને કંઈ ફેરફાર થાય છે, તેવા માનસિક વ્યવહાર હજી સુધી સ્પષ્ટ રીતે વનસ્પતિઓમાં જોવામાં આવતો નથી. સર જગદીશચંદ્ર બોસે શરૂ કરેલું કામ આ દિશામાં ચાલુ છે અને તેનાથી હજી ધણી આશા રખાય છે.

## પ્રાણીવિદ્યા

વનસ્પતિવર્ણન સાથે પ્રાણીવર્ણન અને નેમના વર્ગીકરણમાં પ્રાચીન હિન્દુઓ પ્રવીણ હતા. યજ્ઞમાં અપાતા પ્રાણીઓની આહુતિના રિવાજને લીધે, ખેતીમાં ઢોરના ઉપયોગને લીધે, અને યુદ્ધમાં ઘોડાઓના અને દાથીના ઉપયોગને લીધે, તેમ જ માંસ મત્સ્યાદિના ખોરાકમાં અથવા ઔષધમાં ઉપયોગને લીધે, પ્રાણીઓના બહારનાં વર્ણન અને તેમની અંદરની રચના વગેરેનું જ્ઞાન તેમને સારી રીતે થવા પામ્યું હતું. દૈત્યો આપેલું દરણુ અને પક્ષીઓનું—તેમના બહારના દેખાવ અને વર્તનનું ચોક્કસ વર્ણન ધણા અંશે ખરું છે. મુશ્રૂતમાં છ જાતની કીડીઓ (પિપીલિકા), છ જાતની માંખો, પાંચ જાતના મચ્છર, આઠ જાતના કાનખજુરા, ત્રીસ જાતના વીંછી અને છ જાતના કરૈણિયાનું વર્ણન છે. પ્રાણીઓના વર્ગીકરણમાં તેમના જન્મ અને ઉત્પત્તિ પ્રમાણે, અથવા તો તેમની જાનેદ્રિય, તેમના વર્તન, અને તેમની મનુષ્યને ઉપયોગિતાના ઉપર આધાર રાખવામાં આવેલો. ભવિષ્યપુરાણમાં નાગ અને સાપમાં કેવી રીતે પ્રજાની ઉત્પત્તિ થાય છે, કર્ધ ઋતુમાં ઇંડા ઉત્પન્ન થાય છે અને કષ્ટ ઋતુમાં ઇંડાનું નર અને માદા ભક્ષણ કરે છે વગેરેનું વર્ણન છે. ઇંડા પરિપક્વ થતાં તેના લાલ રંગ ઉપરથી નર અને સોનેરી રંગ ઉપરથી સ્ત્રી સર્પની ઉત્પત્તિ કહી શકાય છે. જન્મ્યા પછી સાત દિવસમાં સાપનો રંગ ઘેરો થાય છે અને પંદર દિવસમાં દાંત આવે છે અને ખાવાસ દિવસે દાંતમાં ઝેર ઉત્પન્ન થાય છે અને પચીસમી રાત્રે આ ઝેર કાતીલ થાય છે. છ છ મહીને સાપ કાંચળી બિતારે છે. મનુષ્ય, નોળિયો, મોર, ચક્રાર, બિલાડી, અને વીંછીથી સાપનું મોત થાય છે; પરંતુ તેમાંથી બચવા પામે તો ૧૨૦ વર્ષ જીવે છે. આ વર્ણન ઉપરથી પ્રાચીન હિન્દુઓનું સૃષ્ટિઅવલોકન અને નિરીક્ષણશક્તિનું આપણને જ્ઞાન થાય છે. પ્રાણીઓના વર્ગીકરણમાં સ્વેદજ (તાપ અને ભેજમાં ઉત્પન્ન થતા), અંડજ (ઇંડામાંથી ઉત્પન્ન થતા કૃમિ, કીટ,

કીડી ), ઉદ્દલિજ્જ ( અવ્યક્ત રૂપમાં ઉત્પન્ન થતા દેડકા પાટ્ટકાલે [ તતઃ મદ્યેષુ શુક્તાત્ ] મળ્લોદકે જાતઃ ) અને જરાયુજ્જ, ગર્ભમાંથી ઉત્પન્ન થતાં પ્રાણીઓ, ચતુષ્પાદીઓ એ મુખ્ય હતા. આ પ્રાથમિક વર્ગીકરણ ઉપરાંત ફલ્ગુ, ઉમાસ્વાતી, નાગાશુન, સુશ્રુત વગેરે વિદ્વાનોનાં વર્ગીકરણના દાખલા દા. મન્નેન્દ્રનાથ સીંઘે આપેલા છે. પરંતુ તે સધળામાં ખાસ વર્ણન સિવાય અંદરની રચના અને અંદરની પ્રવૃત્તિનું વર્ણન આધારભૂત નહિ હોવાથી વાસ્તવિક રીતે અર્વાચીન વિજ્ઞાનમાં તે ઉપયોગી થઈ પડે તેમ નથી. તેથી પ્રાચીન હિન્દુઓને પ્રકૃતિઅધ્યયન, પ્રકૃતિનિરીક્ષણ અને અવલોકન માટે આપણે જોડો ધન્યવાદ આપીએ તેટલો ધન્યવાદ તેમની પ્રાણીઓની આંતરરચના અને આંતરપ્રવૃત્તિના અભ્યાસને માટે આપી શકાય નહિ; તેનું એક કારણ એ કે તેમનું નિરીક્ષણ અને વર્ણન એક જ દૃષ્ટિથી કરવામાં આવ્યું હતું અને તે તત્ત્વજ્ઞાન અને ધાર્મિક વિચારના સંઘટનની દૃષ્ટિથી, દરેક વિદ્યાને ધર્મશાસ્ત્ર અને તત્ત્વજ્ઞાનથી તદ્દન છૂટું પાડવાની દાસની પદ્ધતિ તે સમયમાં પ્રચલિત ન હતી. સર્વદેશીય પ્રવીણતા

ઉપરના વિવેચન ઉપરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે પ્રાચીન હિન્દુઓએ એક જ વિષયમાં નહિ પણ વિજ્ઞાનની લગભગ બધી શાખાઓમાં એક સરખા પ્રકારની પ્રવીણતા પ્રાપ્ત કરી હતી. તત્ત્વજ્ઞાન, ગણિતશાસ્ત્ર અને આયુર્વેદનું તેમનું જ્ઞાન બીજા પ્રાચીન ગ્રન્થોના કરતાં અપ્રતિમ હતું, અને ખાજીથી આરબ, તુર્કી અને સ્પેનીશ ગ્રન્થો મારફત આ જ્ઞાન યુરોપને પહોંચ્યું ન હોત તો મધ્યકાલીન યુરોપના અધિકારનો સમય વધારે લંબાયો હોત. વિજ્ઞાનની બધી શાખામાં મેળવેલી પ્રવીણતા ધ્યાનમાં રાખીએ તો પછી ખાલિજન, ઈજિપ્શિયન, ગ્રીક, ફીનીશિયન, ઍસીરિયન ગ્રન્થોના સંસર્ગથી જ હિન્દમાં વિજ્ઞાનનો પાયો નાખાયો હતો એ મત સ્વતઃ તૂટી જાય છે; કારણ કે એક સરખી રીતે હિન્દી વિદ્વાનો પોતાના સ્વતંત્ર અન્વેષણથી એક નહિ



પણ: અનેક દિશામાં પ્રકૃતિમાં ગૂઢ સત્યો શોધી કાઢવાને સમર્થ હતા.

ખ્રીસ્તુ' એક યાદ રાખવાનું છે કે હિંદમાં વિજ્ઞાનનો દીપ અમુક સમય સુધી ઝગડીને જુગાઇ ગયો નહોતો. વૈદિક સમયથી પૌરાણિક કાળ સુધીના લગભગ ૨૫૦૦ વર્ષ સુધી અને ત્યાર પછી ખ્રીસ્ત' ૫૦૦૦ વર્ષ સુધી પણ આ દીપની જ્યોતિનો પ્રકાશ દેશમાં સર્વત્ર પથરાઇ રહ્યો હતો. દેશનો વિસ્તાર વિદ્યાળ હોવા છતાં પણ વિજ્ઞાન-ભકતોને આ દીપનો પ્રકાશ બધે પહોંચતો, તેથી ફક્ત કાશી જેવાં મોટાં શહેરોમાં જ નહિ પણ પંજાબમાં તક્ષશીલા, બંગાલામાં નાલન્દા, માળવામાં ઉજ્જયિની અને તેમનાં જેવાં ખ્રીસ્ત' અનેક સ્થળોમાં વિદ્વાનો વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણમાં મગ્યા રહેતા. નાલન્દા, વિક્રમશીલા, ઉદ્દયપુરના મઠોમાં દસ હજાર વિદ્યાર્થીઓ ભણતા અને તેમને રસાયનશાસ્ત્ર શીખવવામાં આવતું તે વિષે દા. રોયે ઉલ્લેખ કર્યો છે. ચરક (ઇ. સ. પૂ. ૬૦૦) પંજાબનો રહેવાસી હતો; સુશ્રુત (ઈ. સ. ૧૦૦) કાશીમાં રહેતો હતો, એમ ધારવામાં આવે છે: વાઘ્મટ (આશરે ઇ. સ. ૭૦૦)નું નિવાસસ્થાન (સંધર્ભમાં હવું; ચક્રપાણિ (ઈ. સ. ૧૦૫૦) બંગાલી હતો; આયર્બટ (ઈ. સ. ૪૭૬ માં) ખાટલીપુત્રમાં જન્મેલો હતો અને શાર્દૂલ (ઈ. સ. ૧૩૫૦) રાજપુતાનામાં રહેતો. તે ઉપરાંત ગુજરાત, મગધ, ઓરિસા, નેપાલ, તિબેટ, હાબ્શણ, કલિંગ, અને કોંકણ પ્રાંતોમાં (૫૦૦૦ અને સોળમા સંક્રામી) થયેલા વૈજ્ઞાનિકોનાં નામો મળી આવે છે. આવા મોટા વિસ્તાર ઉપર પથરાઈ ગયેલા વિદ્વાનમંડળમાં દૃષ્ટિબિંદુ અને કાય-ક્રમની જિજ્ઞાસા જેવામાં આવે એ સ્વાભાવિક છે. પરંતુ તેથી પ્રાપ્ત થતી વિવિધતા અને નવીનતા હિંદુ પ્રાચીન વિજ્ઞાનનું એક ખાસ લક્ષણ છે. તેથી ઊલટું વાસ્તવિક સહકાર, ટીકા, અને વિવેચનના અભાવે અપૂર્ણતા વગેરે દોષો જેવામાં આવે છે. તે છતાં પ્રાચીન હિંદુઓનું વિજ્ઞાન જિંદગી પ્રકારનું હતું અને આ વારસો મેળવવાને અને સાચવવાને માટે, અને તેને અર્વાચીન સમયને અનુકૂળ રૂપમાં

મૂકવાને માટે ઘણી મહેનત અને ખતની જરૂર છે. વનરપતિ-  
વિદ્યાના એક જ નિયમની અર્વાચીન દૃષ્ટિએ સિદ્ધિ પ્રાપ્ત કરવામાં  
સર જગદીશ બોસે પોતાનું આધુનિક જીવન વ્યતીત કર્યું હતું. એવા  
અનેક વિદ્વાનો ગુજરાતમાં નીપજે અને ગુજરાતના વિજ્ઞાનના  
સાહિત્યમાં અભિવૃદ્ધિ કરે અને હિન્દુ પ્રાચીન ગૌરવ અર્વાચીન  
પદ્ધતિએ સિદ્ધ કરે એમ ઇચ્છીશું.

ગુજરાતમાં ૧૧ માં સૈકામાં હુમયુનના નિર્ધારણ,  
સોમનાથ પામે દેહકના રહેવાળી નાગાનુનનો રસરત્નાકર, રાયકવાળ  
સોદકનો પારમા સૈકામાં લખાયેલો ગણિતગ્રંથ અને ગુણસંગ્રહ એ  
પુસ્તકો આયુર્વેદના પ્રાચીન ઇતિહાસમાં પ્રસિદ્ધ છે. પોરબંદરના  
વિદ્વાન વનરપતિશાસ્ત્રી જયકૃષ્ણ ઇંદ્રજીએ કુચ અને બરડાની  
વનરપતિઓનો શાસ્ત્રીય રીતે અભ્યાસ કરીને અર્વાચીન સમયમાં  
પણ હિંદી વૈજ્ઞાનિકાની કીર્તિ ઉજ્જવળ રાખી છે. મુખ્યમંત્રી આયુર્વેદ  
કોલેજોમાં અને જામનગરના રાજકોપનીના આશ્રય નીચે ગુજરાતમાં  
આયુર્વેદના ઇતિહાસના સંશોધન માટે ઘણું કાર્ય થઈ રહ્યું છે; અને  
એકંદર આયુર્વેદને સારી મદદ રાજ્ય તરફથી મળવી શરૂ થઈ છે.  
તેનો લાભ લઈને યોગ્ય સંશોધનપદ્ધતિ દ્વારા પ્રાચીન હિંદુઆયુર્વેદને  
શુદ્ધ વિજ્ઞાનની સાથે રહી શકે તેવા સ્વરૂપમાં અર્વાચીન રીતે  
સ્થાપવામાં આવશે એવી આશા રાખી શકાય.



પ્રકરણ  
૭મું:

## યુરોપમાં મધ્યકાલીન સમય

વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન (ચાલુ)

પ્રાચીન ગ્રીક પ્રજાના અસ્ત પછી કલા અને તત્ત્વજ્ઞાનને સમજનારા રસિકો યુરોપમાંથી ઓછા થઈ ગયા અને ત્યારપછી રોમનો પણ વિજય અને ધનના મદમાં આગ્રસુ અને લહેરી જીવન ગાળવા લાગ્યા. વિદેશી જન્મથી પ્રજાઓના આગમન અને સંસર્ગથી પ્રજાની માનસિક શુદ્ધિ દોષિત થતી જતી હતી; અને સતત યુદ્ધોથી, સમળ અને પુષ્ટ યુવાનોના મૃત્યુથી, તેમજ ભીંચાં અને ઉત્તમ કુટુંબોમાં સડો પેસવાથી પ્રજાના ઉત્તમ ગુણો અને સંસ્કાર હુકલા થતા જતા હતા. વળી મેક્સેરિયાના ઉપદ્રવથી પણ દેશની આબાદી અને પ્રજાની સુખશાન્તિ ખંડિત થઈ હતી; ઉત્તર અને ભૂમધ્ય પ્રદેશની, આફ્રીકન અને સ્પેમેટીક જાતની પ્રજાઓના સંસ્કારથી ઉત્પન્ન થતી મિશ્ર રોમન પ્રજાઓમાં સામાન્ય આદર્શ અને કર્તવ્યદિશાના અભાવને લીધે, તેમ જ રાજ્યનીતિ અને રાજ્યદષ્ટિના અભાવને લીધે, તેમનો નાશ સમીપ આવે અને જ્ઞાનપ્રાપ્તિની ઇચ્છા અને વિજ્ઞાનદષ્ટિ ક્ષીણ થાય એમાં નવાઈ શું? ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાની શાળાઓ જરૂરીનિયત પાઠશાલના હુકમથી બંધ કરવામાં આવી એ આ અંધકારનો અવધિ હતો. ખ્રીસ્તી ત્રીજા સદી પછી યુરોપમાં લગભગ સર્વત્ર અવ્યવસ્થા અને અંધકારનું સામ્રાજ્ય હતું. ખ્રિસ્તી ધર્મના પ્રથમ અનુયાયીઓ ઝંઝૂલી અને ધર્માંધ હતા. અને પાછબલ અને ખ્રિસ્તી ધર્મની શ્રેષ્ઠતા અને સત્યસિદ્ધિ કરવાને માટે ખરી ખાતમી અને ખરું સત્ય સંતાડતાં શરમાતા નહિ. આ પરિસ્થિતિમાં સૃષ્ટિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનનો વિકાસ થવો અસંભવિત હતો.

ખ્રીસ્તી બીજા સદીમાં લખાયેલા એક પુસ્તકમાં સૃષ્ટિજ્ઞાનનું વર્ણન પાછબલની દૃષ્ટિથી લખાયેલું છે: તેમાં સિંહનાં બચ્ચાં મુલેલાં જન્મે છે અને ત્રીજે દિવસે સિંહની ગર્જનાથી એ બચ્ચાં સજીવન થાય છે એ અભિપ્રાય પ્રતિપાદન કરવામાં આવેલો છે. આમાં ઇસુના

કોસ ઉપરના મરણ પછી ત્રીજે દિવસે સજીવન થયો. હોવાના બાધ-બલના મતની અસર સ્પષ્ટ દેખાય છે.

ધર્માધાર

આ પ્રમાણે લગભગ ખ્રિસ્તી મતની શરૂઆતના સમયથી જ ધર્માધારણી શરૂઆત હતી. ગ્રીક પ્રજાની પડતીની સાથે તેમની ભાષા, તેમનું સાહિત્ય, અને તેમના વિચાર અને તેમનું તત્ત્વજ્ઞાન બુદ્ધિશીલ ગયું; અને દરેક ધર્મના અનુયાયીને યોગ્ય લાગે તેવા અને તેમના મતને પ્રુટ્ટિ મળે તેવા રૂપમાં સૃષ્ટિજ્ઞાન સમજાવવામાં આવતું. ધર્મિક વિચારની પ્રુટ્ટિમાં તત્ત્વજ્ઞાન જોડાયું અને તેની સાથે સૃષ્ટિ-જ્ઞાનનું સ્વાતંત્ર્ય રૂપરૂપ. ધર્મિક વિચારોને પ્રચલિત કરવા માટે દરેક વિષય ઉપર ટીકા અને લાઘ્ય લખવાનો રિવાજ શરૂ થયો. અત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને અનુભવની પદ્ધતિ શુદ્ધિ મળી. મોટાની સંખ્યા વધવાથી ફક્ત તક અને વિચારથી જ સત્યપ્રાપ્તિનાં દારૂં મારવાનું શરૂ થયું. વારત્તવિક અન્વેષણને બદલે અશુદ્ધ અને અસ્પષ્ટ તર્ક-પ્રણાલિકામાં મગ્ન રહેવાનો રિવાજ પડ્યો; અસ્પષ્ટ વિચાર અને સત્ય વિરુદ્ધ સિદ્ધાંત પ્રચલિત થયા માંડ્યા અને સત્યચિંતન અને સત્યશોધનને બદલે ફેવજ વિચાર અને અભિપ્રાયોનો સંગ્રહ કરવામાં જ અને તેના અર્થનાં સૈદ્ધાન્તિક વિવેચન કરવામાં તે સમયના પડિતો માન અને આનંદ સમજાતા થયા. પોતાની બુદ્ધિ અને વિચારમાં શ્રદ્ધા અને વિશ્વાસ નહિ હોવાથી પ્રાચીન સમયના મહા-પુરુષોનાં વચન માત્રને પ્રમાણ માનવામાં અને તે ઉપર સ્વતંત્ર વિચાર કર્યા સિવાય ફક્ત તેમનાં વચનની સત્તા અને હુકમ પ્રમાણે પોતાના વિચાર અને જીવનનું નિયંત્રણ કરવામાં કૃતકૃત્યતા માનતા થયા. આ પ્રમાણે ખીજના ઉપર આધાર રાખવાની ટેવથી અને પોતાના અભિપ્રાય બાંધવામાં પોતાની બુદ્ધિનો સ્વતંત્ર ઉપયોગ ઓછો થયો. હોવાથી, વિરોધીઓ ઉપર ક્રોધ, ઈર્ષ્યા અને જીવનનો પ્રહાર થયો; વિરોધીઓનું દષ્ટિબિંદુ જોવા અને તેને નિષ્પક્ષપાતપણે

વિવેકપૂર્વક તપાસવાની પદ્ધતિના અભાવને લીધે નવીન જ્ઞાન અને વિચારની વૃદ્ધિની આશા રાખવી બ્યથા હતી. મધ્યકાલીન સમયનું દિગ્દર્શન કરતાં પ્રખ્યાત બિશપ વેવલ તે સમયના ચાર લક્ષણ દર્શાવે છે: (૧) વિચારની અસ્પષ્ટતા (૨) ટીકા અને બાધ્ય રચવાની પદ્ધતિ, (૩) મતાધિતા (૪) અગમ્યવાદ-આધ્યાત્મિક વિચાર-મોક્ષના વિચારની પ્રબળતા. એ દરેક લક્ષણ તે સમયની પ્રગલ્ભોની માનસિક સ્થિતિનું બાન કાઢે છે.

હિન્દુ સમય સાથે સરખામણી

આમાંનાં કેટલાંકે લક્ષણો ખીજા મધ્યકાલીન પ્રગલ્ભોની પેઠે હિન્દુ પ્રગલ્ભા પણ જોવામાં આવતાં. વસ્તુઓનાં સ્વરૂપ વિશે તત્ત્વજ્ઞાન-દર્શનશાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ જોવું અને વિજ્ઞાનની કેવળ ભૌતિક દૃષ્ટિએ જોવું એ બેમાં ભેદ રહે છે. તેથી વસ્તુઓને પ્રત્યક્ષ જોઈને -તેમના બાહ્ય સ્વરૂપના પ્રત્યક્ષ અનુભવથી-કરવામાં આવતાં વર્ણન અને કેવળ તાત્ત્વિક દૃષ્ટિથી કરેલાં સ્વરૂપનાં લક્ષણના વર્ણનમાં ફેર પડે છે. દર્શનકારો વસ્તુને પૃથ્વી, તેજ, આપ, વાયુ, અને આકાશના ગુણોની સાથે સરખાવવાનો પ્રયત્ન કરે છે, અને તેથી જોઈતું વિજ્ઞાનીઓ વસ્તુનાં પ્રત્યક્ષ અને ઇન્દ્રિયગોચર લક્ષણો ઉપરાંત વધારે જોડાણમાં જરાની ધ્રુજ રાખતા નથી; તેથી વિજ્ઞાનીઓના વસ્તુવર્ણનમાં અને વિચારમાં સ્પષ્ટતા અને સરસતા પ્રાપ્ત થાય છે. કાલ્પનિક પદાર્થો અને લક્ષણોની શોધમાં અસ્પષ્ટતા અને સત્યવિરોધનો સંભવ રહે છે; નવું જ્ઞાન-નવી વિચારસૃષ્ટિ-શોધવાને બદલે ફક્ત જૂના વિચારો, જૂના આચાર્યો અને તત્ત્વચિંતકો ઉપર જ આધાર રાખીને, તેમને સમજવાને બદલે મોટી મોટી ટીકાઓ રચવામાં જ સંતોષ માનવાની પદ્ધતિથી લાભ કરતાં હાનિ વધારે છે. સ્વતંત્ર વિચાર, કરવાની અને સ્વતંત્ર અન્વેષણની ટેવના અભાવને લીધે ધર્માધિતા-મતાધિતા-અને દોષાધિતાનો પ્રચાર વધી ગયો છે. પ્રવૃત્તિ માત્રનું અંતિમ

લક્ષ્યનિંદુ મોક્ષની ઇચ્છા ગણવામાં આવે, અને તેની સાથે ઐહિક પદાર્થો અને ઐહિક સુખની અવગણના કરવામાં આવે, તો ભૌતિક સૃષ્ટિજ્ઞાન અને પદાર્થજ્ઞાન અને સૃષ્ટિના ભૌતિક બળોનું જ્ઞાન મગવું અશક્ય થઈ પડે. હિંદુ સંસ્કૃતિમાં અંતિમ લક્ષ્યનિંદુ-ધર્મ, અર્થ, કામ, મોક્ષ એ ચારે સાથે રાખેલા હોવાથી તત્ત્વચિંતનની સાથે સાથે ભૌતિક સંપત્તિનો ધણા અંશે વિકાસ થઈ શક્યો હતો. પરંતુ યુરોપમાં મધ્યકાલીન સમયમાં ચારે તરફથી અધિકાર પ્રસરી રહ્યો હતો. ભૌતિક વિષયોમાં પણ નવા જ્ઞાનનાં દ્વાર ખૂલે હતાં. કારણ કે મોક્ષની તીવ્ર ઇચ્છાથી સમાજની મહાત્મ્ય વ્યક્તિઓ મઠોમાં ધર્મસેવામાં જ મગ્ન રહેતી; અને તેથી જેમ મઠોની સત્તા, ધન, અને આબરુમાં દિનપ્રતિદિન વૃદ્ધિ જ થતી તેમ તેમ તેમની ધર્મ-ધર્મતામાં અને મતપરામણ્યતામાં એથી પુષ્ટિ મળતી. પરંતુ તેથી સમાજની વૃદ્ધિ અને વિકાસને માટે આવશ્યક નવા દૃષ્ટિબિંદુના અંકુરો સ્ફુરવાને પ્રસંગ મળ્યા નહિ.

### આરબ સંસ્કૃતિ

ગ્રીક પ્રજાઓના જ્ઞાનથી યુરોપના મહાધિકારીઓ લમબમ આંકસે વર્ષ સુધી અજ્ઞાન રહ્યા હતા. મહાત્મ્ય ગ્રીક તત્ત્વવેત્તા એરિસ્ટોટલના પૂર્ણ પુસ્તકોનો લેટીનમાં અનુવાદ ઇ. સ. ૧૨૧૦-૧૨૨૫ સુધી થયો ન હતો. ત્યાર પહેલાં ધર્માધિકારીઓ અને મહાધિકારીઓ અને પ્રાચીન સાહિત્યના અભ્યાસી પંડિતોના હાથમાં જ જ્ઞાન માત્રનો ઇન્કારો રહ્યો હતો. ઇસ્લામની સ્થાપના અને વિજયથી અજ્ઞાન દૂર થવાના કાંઈ પ્રસંગો મળ્યા હતા. હિંદુ વિજ્ઞાન, હિંદુ સંખ્યાકો, અને હિંદુ ગણિત આરબ વેપારીઓ અને લશ્કરની મારફત યુરોપમાં ઘણાં યયાં. એલેક્ઝાન્ડ્રિયા, કેરો, રૂપેન, કેરડોલા વગેરે સ્થળોના સંબંધને લીધે આ જ્ઞાન યુરોપમાં પ્રસરતું થયું. આરબ રાજ્યની અને ખાસ કરીને મૂર સંસ્થાનોની પાઠ-શાળાઓથી ધણું નવું જ્ઞાન યુરોપમાં ફેલાયું. રોમન સંખ્યાકની;

કદગી પદ્ધતિ આ સમયમાં જ બદલાય મઠ અને હિંદુ સંખ્યાક-  
 પદ્ધતિ સર્વત્ર દાખલ થયું. આ આરબ જ્ઞાન ઉપરાંત એરિસ્ટોટલનાં  
 પુસ્તકોનો પ્રચાર થતાં તેરમા સૈકાના પંડિતો અને ધર્માધિકારીઓની  
 માનસિક વ્યૂહરચનામાં ધણો ફેરફાર થયો હતો. કેટલાએક પાદરીઓ  
 તરફથી એરિસ્ટોટલની પ્રત્યક્ષ જ્ઞાનની, પ્રયોગાત્મક જ્ઞાન મેળવવાની  
 પદ્ધતિ તરફ તિરસ્કાર દર્શાવવામાં આવતો; અને તેના પરિણામે  
 આખેલાડ' જેવા સ્વતંત્ર વિચારકને પજવવામાં આવ્યો હતો.  
 એરિસ્ટોટલમાં આપણને અત્યારે અપૂર્ણતા અને દોષ ધણાએ  
 લાગે તોપણ તે સમયના અધિકાર અને અજ્ઞાનનાં આવરણો બેઠ-  
 વાને માટે તેના કરતાં બીજા કોઈ તરવેતાનાં પુસ્તકો વધારે  
 ઉપયોગી થઈ પડે તેમ ન હતાં, અને તેથી તેનાં પુસ્તકોનું લેટીનમાં  
 અવતરણ થવાથી તે સમયના સૃષ્ટિજ્ઞાન, તત્ત્વજ્ઞાન અને વિચાર-  
 પદ્ધતિમાં વિશ્લેષમય ફેરફારો થયા હતા, અને તેથી જ ૧૨૦૯ માં  
 એરિસ્ટોટલનાં પુસ્તકો સામે પારીસની પ્રતિક સભા તરફથી ક્રોધ-  
 મય નિષેધ દર્શાવવામાં આવ્યો હતો; પરંતુ નવીન જ્ઞાનપ્રાપ્તિનો  
 જીરુસો અનિવાર્ય અને રોકી શકાય નહિ તેવો હોવાથી ૧૨૫૫ માં  
 પારિસની યુનિવર્સિટી તરફથી આ નિષેધ દૂર કરવામાં આવ્યો હતો.

### થોમસ એકવીનસ

આરબ વિજ્ઞાન અને એરિસ્ટોટલના તત્ત્વજ્ઞાનના સંમિશ્રણથી  
 યુરોપમાં જીવિવાદના નવા અંકુરો ફૂટવા લાગ્યા. કેવલ તર્ક અને  
 વિતંડાવાદને બદલે વિવેકપૂર્વક વિવેચનની પદ્ધતિ તરફ અને  
 શબ્દપ્રમાણને બદલે એરિસ્ટોટલની પ્રત્યક્ષપ્રમાણની પદ્ધતિની ઉત્ત-  
 મતા તરફ વિચારકોનું ધ્યાન ખેંચાવા લાગ્યું. ધાર્મિક વિવેચનમાં  
 પણ આ પદ્ધતિ પ્રમાણે વિચારસંકલના ગોઠવવાની અમત્ય સ્વીકારાવા  
 લાગી. એક ઈટાલિયન ઉમરાવ કુટુંબમાં જન્મેલો પાદરી થોમસ  
 એકવીનસ (ઇ.સ. ૧૨૨૫-૧૨૭૪) ખ્રિસ્તી શાળો અને એરિસ્ટોટલનાં

તત્ત્વજ્ઞાન અને ભૌતિકવિજ્ઞાનું સમાધાન કરવા ત્યાર પહેલાં અને ધર્મવિદ્યા અને તત્ત્વજ્ઞાનનો વિરોધ ચમત્કર્યને કરવા તેના પ્રયત્નો થોડા અંશે સફળ થયા હતા. તેણે પેન્ટોને અને એલેક્સાન્દરો સ્પેન્ડતા અને પ્રતિજ્ઞાથી સમગ્રએ કે તેથી એરિસ્ટોટલસ સિસ્ટમ અને ખ્રિસ્તી ધર્મનાં તત્ત્વો બંને ઈશ્વરદત્ત જ્ઞાન ગણવા લાગ્યાં અને તેથી તે બેમાંથી એક ઉપર ટીકા અથવા વિવેચન કરવું અચાર્ય થઈ પડ્યું. ટોલેમીના વાદ પ્રમાણે વિશ્વનું મધ્યબિંદુ પૃથ્વી છે અને ત્યાં તારકા, ગ્રહો અને સૂર્ય આ પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ મત તેણે એરિસ્ટોટલસના પ્રમાણથી પ્રચલિત કર્યો હતો અને તેણે એવી વિચારસરણિ ઉત્પન્ન કરી હતી કે તેથી પ્રાચીન ધર્માધિ પડિતોની વિચારપદ્ધતિ તરફ તિરસ્કાર ઉત્પન્ન થયો; તે છતાં આપણે કબૂલ કરવું પડશે કે સ્પેન્ડતા અને ધર્મજ્ઞાનને એકત્રિત કરી નાંખીને એરિસ્ટોટલસની માફક એકવીનમે પણ તત્ત્વજ્ઞાન અને ધર્મવિદ્યાની એકતાને નામે તત્ત્વજ્ઞાનની અને વિજ્ઞાનની સ્વતંત્રતા કુખ્યાવી હતી, અને લગભગ ચારસેં વર્ષ સુધી એની પદ્ધતિ વિરુદ્ધ ટીકા કરવી એ અચક્ય થઈ પડ્યું હતું.

### રોજર બેકન

આથી ઊભટું અર્વાચીન વિજ્ઞાનના ઉદયમાં સહાયશ્રૂત થાય એવી પ્રવૃત્તિ તેજ સમયના એક અગ્રેજ પાદરી રોજર બેકન (૧૨૧૦-૧૨૯૬) ની હતી. તેનાં વિજ્ઞાનનાં પુસ્તકો ઉપરથી તે સમયની માનસિક સ્થિતિનું જ્ઞાન થાય છે. પ્રકાશવિદ્યા, પ્રકાશના પરાવર્તન અને વક્રીભવનનાં નિયમોનો તેણે અભ્યાસ કર્યો હતો. તે ઉપરાંત કાચના આપના, ત્રિપાશ્વર અને ગોલાનનયક-તાલમાંથી પ્રકાશનાં કિરણો કેવી રીતે પસાર થાય છે, અને તેનો લાભ લઈને દૂરદર્શકયંત્ર કેવી રીતે બની શકે તેની સમજ તેણે મેળવી હતી. ત્રિકાળદર્શી આપના, રૂ ખાળવાના કાચ, તોપોને માટે દારૂ, લોહચુંબક, કીમિયા એ સધળાના



## વિજ્ઞાનવિચાર

વર્ણનમાં થોડી ખરી વિગતો અને બીજાં અનુમાનો અને અંગત અભિપ્રાયોનું મિશ્રણ છે. તે છતાં ગણિતવિદ્યા અને ખગોળગણિતમાં તેણે પ્રવીણતા મેળવી હતી; અને પચાંગ સુધારવાના પ્રયત્ન કર્યા હતા. તે ઉપરાંત બધાં શાસ્ત્રોમાં પ્રયોગાત્મક શાસ્ત્રની અગત્યતા તેણે સ્વીકારી હતી. કેવળ નકં અને ન્યાયના નિયમો ઉપર આધાર રાખવા કરતાં તેણે પ્રયોગાત્મક જ્ઞાન શ્રેષ્ઠ અને શુદ્ધ નહીં યાદ એવું ગણ્યું હતું. સત્યપ્રાપ્તિનો એક જ માર્ગ છે અને તે પ્રત્યક્ષ પ્રયોગ અને નિરીક્ષણનો છે એ સ્વીકારતાં છતાં પણ સમયનો અને પરિસ્થિતિનો પ્રભાવ એટલો બધો પ્રબળ હતો કે તેના સમયના મધ્યકાલીન પંડિતોના કરતાં તે વધારે જિજ્ઞેસુ થઈ શક્યો નહિ. બાઇબલ તેના અસહ્ય સ્વરૂપમાં મેળવી શકાય તો તેને સ્વતંત્ર અને અંતિમ પ્રમાણ માનવામાં અને તે સમયની અંધ ધર્મશ્રદ્ધામાં માનવામાં તે ખચકાતો નહિ. તે એમ પણ ધારતો કે જ્ઞાન, વિજ્ઞાન અને તત્ત્વજ્ઞાન માત્રનો મુખ્ય ઉદ્દેશ ધર્મવિદ્યાને સર્વશ્રેષ્ઠ રાણી તરીકે પૂજવાનો અને તેની પૂજની સામગ્રી ઓઠરિત કરવાનો હતો. આ પ્રમાણે એના ધાર્મિક વિચારથી એની માનસિક વૃત્તિ અકલુષિત ન હતી અને તેનાં પુસ્તકોમાં તદ્દન સ્વતંત્ર વિચારોની સાથે તે કાળના વહેમો અને ક્લિષ્ટ અભિપ્રાયોનો અંકુર જોવામાં આવે છે. પરંતુ તે સમય જ એવો કઠિન હતો કે પ્રચલિત ધાર્મિક વિચારથી સ્વતંત્ર અભિપ્રાય દર્શાવવા જ અશક્ય હતા. એકાદ પોપની મહેરબાનીથી રોજર ચોપ્તાનાં પુસ્તકો લખી શક્યો હતો; પરંતુ તે પોપના મૃત્યુ પછી તેને કેદમાં નાખવામાં આવ્યો હતો અને તે પંદર વર્ષ સુધી (૧૨૭૭-૧૨૯૩). આ પ્રમાણે એનું જીવન એના ધર્મના અનુયાયીઓની પજવણીથી કલુષિત થયું હતું; તેવી જ રીતે તેની ઉચ્ચ માનસિક વૃત્તિ પણ તે જમાનાના દોષથી કલંકિત થઈ હતી. તે છતાં એનાં પુસ્તકો અને એની શુદ્ધ વિજ્ઞાનના કાર્યક્રમમાં એને અમર સ્થાન અપાવે છે. પ્રયોગાત્મક વિજ્ઞાનનો સ્થાપક અને પિતા તેને ગણી શકાય.

૩૫૦ વર્ષ પછીના એના નામરાશિ લેઈ એકનના કરતાં એના સમય, પરિસ્થિતિ અને સાધન જોતાં રોજર એકનનું નામ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં વધારે ઊંચા સ્થાને રહેશે.

## માટીન હ્યુથર

રોજર એકનની માનસશક્તિ તે સમયના બીજા તત્ત્વવેત્તાઓમાં પ્રીમે પ્રીમે પ્રગટ થતી જોવામાં આવે છે. એકવીનસે ધર્મ અને તત્ત્વજ્ઞાનની જે એકતા બતાવી હતી તેમથી છૂટવાના તુટકે યત્નો થવા માંડ્યા હતા. ડૉન્સ સ્કૉટ્સ (૧૨૬૫-૧૩૦૮) નામના એક તત્ત્વવેત્તાએ ઇશ્વરની સર્વશક્તિમતાની વિરુદ્ધ મનુષ્યની સ્વતંત્ર ઇચ્છાનો સિદ્ધાન્ત શિખવવાનો ચર્ચ કર્યો હતો. વિલિયમ ઓફ ઓક્સમ (મૃત્યુ ૧૩૪૫) નામના બીજા અંગ્રેજ વિચારકે બાઈબલના અને પાદરીઓના ધણા મતોની વિરુદ્ધ શ્રુટી ઉઠાવ્યો હતો, અને તેનાં પુસ્તકોનો ધર્માધિકારીઓ અને પારીસની યુનિવર્સિટી તરફથી નિષેધ કરવામાં આવ્યો હતો. પરંતુ આ ધર્માધિકારી બહુ વખત ચાલી નહિ અને માટીન હ્યુથર (૧૪૮૩-૧૫૪૬) ના સામાજિક અને ધાર્મિક વિચારોના પ્રબળ મંથનને લીધે સ્વતંત્રતાના સંગ્રામમાં આ ધર્માધિકારી સંહાર થઈ ગયો. મોક્ષની ઇચ્છાથી ધણા લોકો મંદિરો અને દેવજોને માટે પૈસા આપતા થયા હતા, પોપની મારફત સ્વર્ગ ઉપર નાણાની દુંડીઓ વેચાતી અને મૃત્યુ પછી સ્વર્ગમાં આ નાણાંના ઉપભોગ મળવાની ખાત્રી આપવાને લીધે પોપના ખજાના હમેશાં ભરપૂર રહેતા. તે સમયમાં યુરોપમાં બંધાયેલાં મોટાં મંદિરો અને દેવાલયો જોઈને આપણને આજે આનંદ થાય છે. તે છતાં તે મંદિરો બંધવાને માટે આવશ્યક ધન મેળવવાની પદ્ધતિને લીધે પોપના મહેલોમાં પ્રસરેલી અનીતિ અને બહારની પ્રજાનાં અજ્ઞાન અને અધઃશ્રદ્ધા જોઈને શોક થાય છે. તે દૂર કરવાને માટીન હ્યુથર જેવા મુશિક્ષિત અને ધર્મપરાયણ પાદરીની જરૂર હતી. જો કે તેણે વૈજ્ઞાનિક કાર્ય કંઈ કયું ન હતું, પરંતુ ધાર્મિક વિચારની સ્વતંત્રતા સિદ્ધ કરીને, સત્યને માટે દુઃખ સહન કરવાની તત્પરતા દર્શાવીને, શુદ્ધવાદની અને વિજ્ઞાન-વૃત્તિની સ્થાપનાને અનુકૂળ વાતાવરણ તેણે ઉત્પન્ન કર્યું હતું. અને તેથી જ મધ્યકાળના અંતે અને અર્વાચીન વિજ્ઞાનના ઉદયના સમયની સંધ્યાના કાળમાં તેની કીર્તિ ચિરસ્થાયી રહેશે.

વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન (આલ્ફ)

અહીં જોતાં અર્વાચીન વિજ્ઞાનની શરૂઆત અદારમા અને ઓગણીસમા સદીમાં થઈ ગણાય. પરંતુ તેનાં મૂળ પંદરમા સદીમાં નાખાયાં દર્તા. આપણે આચીન અને મધ્યકાલીન સમયને જુદા રાખ્યા છે; તે કાળના કરતાં જુદા જ લક્ષણો આ અર્વાચીન સમયમાં પ્રાપ્ત થાય છે. પંદરમા સદી પછીના લગભગ પાંચસે વર્ષના સમયને જુદા એક જ વિભાગમાં રાખવામાં કેટલાએક પ્રકારના દોષ છે : તે છતાં તે પહેલાંના સમયથી આ સમય અનેક રીતે જુદો પડે છે. એ ભિન્નતા કેટલીએક રીતે સ્પષ્ટ છે. પ્રથમ તો ધર્મવિચારથી તત્ત્વજ્ઞાનને સ્વતંત્ર સ્થાન મળવા માંડ્યું; તત્ત્વજ્ઞાન સ્વતંત્ર થયા પછી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણની પદ્ધતિ પણ સ્વતંત્ર થઈ. આચીન સમયની સામાન્ય જાતિ-તત્ત્વની કલ્પનાને બદલે, અને અમૂર્ત વિચારસૃષ્ટિને બદલે, વધારે મૂર્ત વસ્તુઓનાં વર્ણન અને વિચારની અગત્ય સ્વીકારાવા લાગી. ધર્મ અને પટના સ્વરૂપના વર્ણનમાં ધર્મ અને પટલ જેવા અમૂર્ત વિચારને બદલે ધર્મને જોવાની, નીહાળવાની, નિરીક્ષણ કરવાની, તેના બાહ્યસ્વરૂપ અને બાહ્યવર્તનની નોંધ કરવાની અગત્ય વધારે તીવ્ર રીતે જણાવા લાગી. કેવલ અમૂર્ત ભાવો જ સ્થિર છે અને બાહ્યસ્વરૂપ હવ-માયા છે એ આચીન વિચાર તત્ત્વજ્ઞાનીઓને પણ ખોટા લાગવા માંડ્યા. ઇર્દિયગ્રાહ્ય વસ્તુઓની સત્યતા સાધારણ દૃષ્ટિએ પણ ખરી લાગવાથી વૈજ્ઞાનિક પ્રયોગની પદ્ધતિની વાસ્તવિકતા જણાવા લાગી. પ્રયોગાત્મક વિજ્ઞાન એ આ સમયની વિલક્ષણતા મુખ્ય છે. તેમાં પણ છેલ્લા પાંચસે વર્ષમાં આ વિલક્ષણતાનાં કેટલાં અને કેવાં રૂપાંતરો થયાં છે, અને તે કેવી રીતે અને કોના પ્રયત્નોથી રચાયાં છે તે જાણવું આવશ્યક છે. આ સમયના વૈજ્ઞાનિક ઇતિહાસની અગત્યતા એટલી બધી છે કે

તે સમયનાં સાધારણ એટલે સામાન્ય લક્ષણો અને વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓના ઇતિહાસનું વર્ણન એ બંનેના જુદા વિભાગ ઠરવા થેત્તે જાય છે. વિજ્ઞાનની શાખાઓના વિકાસનો વિચાર કરતાં પહેલાં આ સામાન્ય લક્ષણો અને તે સમયની પરિસ્થિતિ સમજવી જોઈએઃ કારણ કે પ્રથમ તો વિજ્ઞાન માત્ર એક ગણાતું, પરંતુ અનેક પરિસ્થિતિને લીધે તેની શાખાઓ વધતી ગઈ. તે કાર્યમાં કયાં લક્ષણો કેટલા અંશે ઉપકારક હતા તે જાણવું ઐતિહાસિક દૃષ્ટિએ અત્યંત જરૂરી છે. (૧) ખારમા અને તેરમા સૈકામાં વધેલો મુસાફરીનો શોખ (૨) ઇંટલી આરક્ત યુરોપનું થયેલું જ્ઞાનપુનર્જીવન (૩) જાપાની કળાની શોધ (૪) છૂટાછવાયા વૈજ્ઞાનિકોને ખદલે વૈજ્ઞાનિક સભાઓની આરક્ત અન્વેષણ કરવાની પ્રયા (૫) મનુષ્યના જ્ઞાનનાં સાધનોમાં યંત્રકળાથી થયેલી વૃદ્ધિ (૬) વિજ્ઞાનની વધતી જતી લોકપ્રિયતા (૭) અર્વાચીન વિજ્ઞાનની સાર્વત્રિકતાઃ એ સાત મુખ્ય લક્ષણોને લીધે અર્વાચીન વિજ્ઞાન પ્રાચીન વિજ્ઞાનથી જુદું પડે છેઃ અર્વાચીન વિજ્ઞાનનું વધારે સ્પષ્ટ સ્વરૂપ જોઈએ તે પહેલાં આ લક્ષણો સંખ્યાથી થોડો વિચાર કરીએ.

### મુસાફરીનો શોખ

યુરોપમાં મુસાફરીનો શોખ ધરવી. ખારમા શતકમાં ધણો વધ્યો હતો. પ્રાચીન સમયના વહાણવટીઓ વેપારને માટે ધણે દૂર સુધી જતા હતાઃ હિન્દ, અરબસ્તાન, મિસર, થ્રીસ વગેરે દેશોની સાથેના યુરોપનો વેપારનો સંબંધ દરિયામાર્ગે હતો એ વાત પ્રસિદ્ધ છે. લાંબી દરિયાઈ મુસાફરીમાં તારા, ગ્રહ, અને નક્ષત્રોને લીધે જ તેમને દિશાનું જ્ઞાન થતું હતુંઃ પરંતુ દિવસના જવારે આ તારાઓ દેખાય નહિ અથવા રાત્રે વાદળો અને ધૂમસમાં તેમની સ્થિતિ જણાય નહિ ત્યારે આ મુસાફરીમાં ઘણી મુશ્કેલી નડતી. હોકાયંત્રની શોધથી આ સંબંધી મુશ્કેલી દૂર થવા પામી હતી.

હોકાયંત્ર ચીનમાં પહેલું વપરાતું હતું અને હિંદી વહાણવટીઓ પણ તેનો ઉપયોગ ધણા પ્રાચીન સમયથી જાણતા હતા, એમ ધારવાને કારણ છે. પરંતુ યુરોપમાં આ યંત્ર લગભગ ઈ. સ. ૧૩૦૦ સુધી કોઇના જાણવામાં ન હતું. લોહચુંબક ધાતુ ખનિજમાંથી મળી આવે છે અને તેનામાં લોખંડની વસ્તુઓને આકર્ષણ કરવાની શક્તિ હોય છે. એ અનુભવ ધણાને થયેલો હતો. આ ચુંબકવવાળા લોખંડના ટુકડા અથવા સોયને પાણીમાં તરતી રાખવામાં આવે અથવા તો એક અણીદાર ધરીઉપર ટેકાવવામાં આવે અથવા તો એક જીણી દોરીથી અદ્દર ટાંગવામાં આવે તો તેને એક છેડે ધણું ખરું ઉત્તરદક્ષિણ દિશામાં જ રહે છે, એ વાતને અનુભવ નેપ્સના એક વહાણવટી ફ્લેવિયો ગિયોનાને થયો હતો. સોયની ઉપર એક જાડો કાગળ ચોડીને તેની ઉપર સોયના એક છેડાને ઉત્તરની નિશાની કરવામાં આવે તો પછી તેમાંથી બીજી દિશાઓ ફક્ત થાય છે. આ પ્રમાણે દિશાનું જ્ઞાન નક્કી થયા પછી વહાણવટીઓનું કામ ધણું સહેલું થઈ પડે છે: આવી રીતે સજ્જ થયા પછી ધનની લાલસાએ કોલંબસ, વાર્કો ડી ગામા અને મેગલેન જેવા અડગ વહાણવટીઓ પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરવાના પ્રયત્ન આદરી શક્યા હતા. હિન્દુસ્તાન તરફ જવાના નવા રસ્તાની શોધ કરવા જતાં કોલંબસને અમેરિકાની શોધ કરવાનું માન ૧૪૯૨ માં મળ્યું હતું: વાર્કો ડી ગામાએ આફ્રિકાની દક્ષિણે ચમને હિન્દ તરફ જવાનો માર્ગ ૧૪૯૭માં શોધી કઢાડ્યો હતો: મેગલેનનું વહાણ ૧૫૧૯ માં પૃથ્વીની લગભગ પૂરી પ્રદક્ષિણા કરવામાં ફતેહ પામ્યું હતું. વહાણવટીઓના આ અનુભવથી સિદ્ધ થયું કે પૃથ્વી ગોળ છે. દરિયાની સપાટી પર દૂર જતાં વહાણ કેવી રીતે અદ્દશ થાય છે અને નજીક આવતાં વહાણ કેવી રીતે ધીમે ધીમે દૃશ્યમાન થાય છે તે જોતાં જ પૃથ્વી ગોળ હોવી જોઈએ એમ નિશ્ચય થાય છે; તેવી જ રીતે જુદા જુદા ભાગમાં નવા નવા તારા અને નક્ષત્રો જોઈને પૃથ્વી સપાટ નથી એમ ખાતરી થાય છે, કારણ કે સપાટ જમીન ઉપર આખા

‘વર્ષ’માં એક જાતના તારા અને નક્ષત્રો દેખાવા જોઈએ. આ વહા-  
જીવટીઓના અનુલવધી અને માર્કો પોલો અને ટ્રાવનિયર જેવા  
મુસાફરોનાં વર્ણનોથી વિદ્વાનોની ખાતરી થવા લાગી કે આપણા વિશ્વ  
વિષે જાણવાનું ઘણું બાકી છે અને પ્રાચીન ગણાતા વિદ્વાનોનું જ્ઞાન  
સર્વાંશે સંપૂર્ણ ન હતું. આ પ્રમાણે નવા જ્ઞાનની કદર થતી ગઈ  
અને અધિકારનો નાશ થવાની તૈયારી બધી રીતે થવા માંડી.

### ઘટલીમાં જ્ઞાનપુનર્જન

આજ સમયમાં સાહિત્ય, કવિતા અને પ્રાચીન પુસ્તકોનાં  
અભ્યાસ તરફ યુરોપની લગભગ બધી પ્રજાઓનું ધ્યાન ખાસ કરીને  
‘એઆયુ’ હતું. તેમાં પણ ઇટાલીના અમુક શહેરોમાં આ કામ ધણી જ  
ઉત્તમ રીતે થવા લાગ્યું હતું, કારણ કે તે શહેરોમાં વહાજીવટીઓ  
અને વિદેશી વેપારીઓ અને ત્રીજી સાંહસિક વ્યક્તિઓના સમાગમમાં  
આવવાથી નવું જ્ઞાન મેળવવું સહેલ થઈ પડ્યું હતું. દેશવિદેશના  
વેપારથી યુરોપની સમૃદ્ધિની સ્થાપના થઈ હતી : પ્રજાને શાન્તિ અને  
સંપત્તિ મળવાથી ઉચ્ચજ્ઞાનની પ્રાપ્તિની અભિલાષા પ્રદીપ્ત થઈ હતી.  
પ્રાચીન ગ્રીસની ઉત્પત્તિના ઉત્કૃષ્ટ બે સૈકામાં બીજા દેશોની સાથેના  
સુદૃઢ મેળવેલી લૂટ અને યુદ્ધોની મદદથી દેશને આરામ અને  
સ્વચ્છતા પ્રાપ્ત થઈ હતી, તેથી ગ્રીક પ્રજા સંસ્કૃતિની ઉચ્ચ પરાક્રમ્ય  
પહેંચવાને શક્તિમાન થઈ હતી, તેવી જ રીતે વેપારથી અને મુસાફરીના  
લાભથી ઇટલીમાં આ સમયમાં ઉચ્ચ જ્ઞાનના અંકુરો ફૂટવા લાગ્યા હતા,  
અને ત્યારથી આ પુનર્જનની શરૂઆત થઈ હતી. પ્રાચીન ગ્રીસમાં  
રાજકીય અવ્યવસ્થા અને ત્રીજા કારણોને લીધે આ પ્રગટતો  
જ્ઞાનદીપકમાં ચારે તરફથી આદુતિઓ પુરવામાં આવી, અને “રેતેન્ડા”  
પછીના સમયમાં આ જ્ઞાનદીપનો પ્રકાર જનન રીતે પૃથ્વીના  
સર્વ દેશો ઉપર પડ્યો આવેલો છે. નિર્જનને લીધે તે

વધતાં જતાં જ્ઞાનની ઉત્કૃષ્ટતાને લીધે પડિતોની કેવળ દીકાઓ વાંચવાને બદલે પ્રાચીન લેટીન અને ગ્રીક ગ્રંથોની અસલ પ્રતોને અભ્યાસ કરવાની પદ્ધતિ શરૂ થઈ: તેથી મધ્યકાલીન પડિતોની શુદ્ધિરોધક પ્રવૃત્તિ તરફ ચંકા અને તિરસ્કારની નજરે જોવાનું શરૂ થયું. વહાણવટીની શોધોથી, ખીજા દેશોના જ્ઞાનવિનિમયથી, અને દીકાકારોની સ્વતંત્ર રીતે અભ્યાસ કરવાની પદ્ધતિથી સાહિત્ય, કલા અને વિજ્ઞાન એ બધા વિષયોમાં યુરોપમાં નવું ચેતન પ્રાપ્ત થયું. મુદ્રણકળા.

આજ સમયમાં મુદ્રણકળાની શોધ (૧૪૬૪) તેમ જ કાગળ બનાવવાના દુત્તરની શરૂઆત થઈ. બાઇબલ પહેલીવાર જર્મનીમાં ૧૪૫૫માં છપાયું; ઇટાલીમાં પહેલું છપાયાનું ૧૪૬૫માં નીકળ્યું, અને ઇંગ્લંડમાં કેકસ્ટને ૧૪૭૪માં પહેલું છપાયાનું કાઢ્યું. પુસ્તકોની નકલ કરવામાં પહેલાં ધણો જ સમય જતો અને તેથી જ્ઞાનના પ્રચારમાં ધણી મુશ્કેલી નડતી. પરંતુ છપવાની સગવડ થવા પછી સેંકડો પુસ્તકો છપાતાં અને વેચાતાં થયાં, પ્રાચીન ગ્રીક પુસ્તકોના અનુવાદ વાંચવાની બધાને સગવડ મળવા લાગી; તેવી જ રીતે નવી નવી શોધો અને મુસાફરીના અહેવાલ દેશપરદેશોના વિદ્વાનોને સહેલાઈથી મળવા લાગ્યા. આથી સત્ય શોધકોને અને વૈજ્ઞાનિકોને ખીજા દેશોમાં શું શું કામ અને વિચાર થાય છે તે સંખંધી જ્ઞાન સહેલાઈથી થવા લાગ્યું. આ પ્રમાણે સ્થાનાંતર ધીમે ધીમે નહ થવા લાગ્યું અને યુરોપની બધી પ્રજાઓના વિદ્વાનોને એક ખીજાની સાથે સંખંધમાં આવવાના પ્રસંગો અને સગવડો વધી ગયાં. હાલના જમાનામાં છપવાની કળાની શોધ વિષે આપણને જરાયે નવીનતા ન લાગે : પરંતુ પ્રાચીન અને અર્વાચીન કાળની સંખ્યા સમયના ઇતિહાસમાં આ કળાએ કરેલા પરિવર્તનની પ્રખળ અસર વિષે અત્યુક્તિ કરવી અશક્ય છે. છપવાની કળાને લીધે મનુષ્યના વિચારોને સ્થાયી રૂપ મળે છે અને જે કે શિલા અને ધાતુ ઉપરના લેખો જેવું દીર્ઘાયુષ્ય સપ્રિત યુગના

મુદ્રિત પુસ્તકોનું ગણી શકાય નહિ, તે છતાં એ પુસ્તકની ધણી નકલો થવાથી અને મુદ્રણ સરતું અને સહેલું થવાથી સારાં પુસ્તકો, શુભ વિચારો, અને નવી શોધોનો નાશ થવો અશક્ય છે. ધારો કે બૂકપથી યુરોપ જેવો આખો પ્રદેશ દરિયા નીચે ગરક થઇ જાય, તો પણ અર્વાચીન સંસ્કૃતિનો નાશ થઈ શકે તેમ નથી. શેક્સપિયર કે મીલ્ટન, ટેનીસન કે ટાગોર, ન્યૂટન કે કેલ્વિન, ડાર્વિન કે બેસનનાં પ્રતિભાશાળી પુસ્તકો અમેરિકા, આફ્રિકા કે ખંડેખંડ અને દેશેદેશમાં સારી સંખ્યામાં મળી આવશે.

**વૈજ્ઞાનિક સભાઓની સ્થાપના**

છાપખાનાની શોધની સાથે અને જાણેલાં પુસ્તકોના પ્રચારની સાથે વિજ્ઞાનના અભ્યાસને માટે અનુકૂલતા પ્રાપ્ત કરી આપવામાં દરેક યુરોપીય દેશમાં ધધેલી વિજ્ઞાન-પરિષદની સ્થાપના ધણી રીતે સહાયભૂત થઇ હતી. 'કુદરતનાં ગુપ્ત સત્યો શોધવાની પ્રથમ સભા' નેપલ્સમાં ૧૫૬૦માં સ્થપાઇ હતી, ત્યાર પછી ફ્લોરેન્સમાં ૧૬૫૧માં એકેડેમી સ્થપાઈ. ઇંગ્લંડમાં પણ ૧૬૪૫ની સાલથી એક સભા લંડનમાં મળવા લાગી હતી; ૧૬૪૮માં યુદ્ધ અને વિગ્રહના સમયમાં સભાસદો ઓકસફર્ડ જઈ ને રહેવાથી તેઓ ત્યાં મળતા; ૫૨<sup>મું</sup> ૧૬૬૦માં ફરીથી લંડનમાં મળવા લાગ્યા. ત્યાર પછી ૧૬૬૨માં તે સભાને રાજના ખાસ ફરમાનથી 'રોયલ સોસાયટી ઓફ લંડન-ફોર પ્રમોટીંગ નેચરલ ફોલોજ' ના નામથી રજીસ્ટર કરવામાં આવી. વૈજ્ઞાનિક કાર્યમાં જાસોસાયટી અને તેના સભાસદો પોતાની કીર્તિ એટલી ઉજાડવા અને પ્રદીપ્ત રાખી શક્યા છે કે તેના સભાસદ થવાનું માન લેવું અને એક આર. એસ.ની ૧૬વી પ્રાપ્ત કરવી એ વર્ણાનકોની ઉચ્ચતમ અભિલાષાઓમાંની એક હોય છે. ફ્રાન્સમાં પણ ૧૬૬૬માં તેવી જ વિજ્ઞાનપરિષદ રાજ યૌદ્ધમાં લુઇએ સ્થાપી હતી; આ 'ફ્રેન્ચ એકેડેમી'ની કીર્તિ પણ ઓછી નથી. જર્મની



અને બીજા દેશોમાં પણ આવી વિજ્ઞાનપરિપદો ધીમે ધીમે સ્થપાઈ હતી. આવી પરિપદો અને સભાઓ વૈજ્ઞાનિક અભિપ્રાય, અને વિચારની સ્પષ્ટતા અને એકતાની સિદ્ધિમાં અનેક રીતે ઉપકારક થઈ પડતી આ સભાઓની સ્થાપના પછી જ વિજ્ઞાનના વિકાસની ગતિ એકદમ વધી હતી અને તેમ થવામાં તેમનું 'કાર્ય' નાનું ન હતું, કારણ કે જ્યાં ખાસ કરીને જૂના મતની વિરુદ્ધ નવું કંઈક કહેવાનું હોય તેવા પ્રયેક પ્રસંગે એક વ્યક્તિના કરતાં સમસ્ત સભાનું વજન વધારે પડે તેમાં આવશ્યક નહિ. ધ્રુવો, રોજર બ્રેકન, કે ગેલીલિયો જેવાના અંગત અભિપ્રાયો માટે તેમને પજવવામાં આવે પરંતુ આ અભિપ્રાયો એક વિદ્વાનમંડળ તરફથી દર્શાવવામાં આવે તો તે મંડળના બધા સભ્યોને પજવવાનું કે શિક્ષા કરવાનું અશક્ય જ થાય. આ રીતે વૈજ્ઞાનિક સભાઓની સ્થાપના વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં ધણી રીતે લાભકારક થઈ પડી હતી.

### યાંત્રિક સાધનો અને સૈદ્ધાન્તિક વિજ્ઞાન

યુરોપમાં સોળમા, સત્તરમા અને અઠ્ઠરમા સૈકામાં વૈજ્ઞાનિકો ફક્ત નરી આંખે અને સાદા નિરીક્ષણથી અનુભવી શકાય એવી જ ઘટનાઓ અભ્યાસ કરી શકતા. ખગોલવિદ્યામાં પહેલું તો ધણું ખરું કામ નરી આંખે અને વગર દૂરબીને કરવામાં આવ્યું હતું. કેપ્લરનીકક્ષના ખગોળસિદ્ધાન્તની સાબિતીમાં દૂરબીનનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો નહોતો; કેપ્લર અને ન્યૂટને પણ દૂરબીનના ઉપયોગના કરતાં ગણિતશાસ્ત્રની મદદથી તારોઓ અને ગ્રહોની ગતિ અને માર્ગ નિર્ણય કર્યા હતા. તે સમયમાં મનુષ્યના સાધારણ અનુભવથી વસ્તુઓ અને ઘટનાની સમજૂતીમાં જ વિજ્ઞાનનું કાર્ય સમાપ્ત થતું હતું. પરંતુ સૂક્ષ્મદર્શકયંત્ર, દૂરબીન અને તેમાંથી દેખાતાં દ્રશ્યોની જાણ પાડી લેવાની કળાથી, તેમ જ બીજા અનેક પ્રકારની યાંત્રિક શક્તિઓના જ્ઞાનથી મનુષ્યનું કુદરત અને પ્રકૃતિનું જ્ઞાન હજારો રીતે વધતું ગયું છે. સ્ટીમ એન્જિન (વરાળથી ચાલતું યંત્ર)

અને ખીજા અનેક યત્રોની શોધથી જે ઔદ્યોગિક પરિવર્તન યુરોપમાં અનુભવાયું છે અને વિદ્યુતની ઘટનાના જ્ઞાનથી વીજળીના ટેલીગ્રાફ, ટેલીફોન, આલકમગ્રો, અને તાર વગર સદેશ મોકલવાની પદ્ધતિ વગેરેથી મનુષ્યને જે આરામ અને સત્તા મળી શકી છે તેની કિંમત આંકવી સહેલી નથી. વિજ્ઞાનના આ પરાક્રમે ઔપપત્તિક કહેવાય અટલે કે વિજ્ઞાનનાં પરિણામો ઉપરથી અપરોક્ષ રીતે લાભ થયેનો ગણાય, તેના વર્ણન માટે આપણે વધુ શોધાર્થ શકીએ તેમ નથી પરંતુ એટલું તો કહેવું જોઈએ કે યત્રકળાની આ શોધોની સાથે આપણું સૈદ્ધાન્તિક જ્ઞાન પણ વધતું જાય છે. દૂરખીનોથી તારા અને ગ્રહોની ગતિ સુનિશ્ચિત થઈ છે, તેમનાં વ્યાસરૂપ અને આંતર રચના માટે પણ કદપનાને બદલે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને અનુભવની ચોક્કસ હકીકતો પ્રાપ્ત કરવામાં આવાં યત્રો ધણા ઉપયોગી થઈ પડ્યાં છે. આજુઓની રચનાના નિશ્ચયમાં પણ આવી યાત્રિક યુક્તિઓ વધી ઉપયોગી થઈ પડે છે. વનસ્પતીઓની વૃદ્ધિ માપનાર ધણા જ આરીક વર્ધનવેખનપત્રથીજ સર જગદીશચંદ્ર બોસે વનસ્પતિની રચના, વૃદ્ધિ અને ઉત્પત્તિ વિષે નવો જ પ્રકાર પાડ્યો હતો.

### વિજ્ઞાનની લોકપ્રિયતા

નવા યુગમાં યાત્રિક યંત્રોના પરાક્રમોને લીધે વિજ્ઞાનની પ્રતિષ્ઠા સાધારણ મનુષ્યની નજરમાં વધી ગઈ છે. અર્વાચીન વિજ્ઞાનની એક વિલક્ષણતા તેની લોકપ્રિયતા છે. વિજ્ઞાનના પ્રચારની સાથે સાધારણ જનસમાજ પણ વિજ્ઞાનની કિંમત અમુક અંશે સમજવા લાગ્યો. ન્યૂટન, એકન, ગેલીલિયો, ડે વીન્સી, હાવે વગેરે વૈજ્ઞાનિકો તેમનાં પુસ્તકો લેટીનમાં લખતા અને તેથી તેમના મંડળ સિવાય સાધારણ પ્રજા આ પુસ્તકથી અજાણ રહેતી, તેમ કરવાના બે કારણો હતાં એક તો યુરોપના જુદા જુદા વિભાગોના વિદ્વાનોની સામાન્ય ભાષા લેટીન હતી, અને ખીજું, સાધારણ જનસમાજમાં પ્રચલિત મતોથી વિરુદ્ધ વિચારો સ્વભાષામાં દર્શાવવામાં ધર્મપ્ર

અધિકારીઓના જીવનનો ભય રહેતો અને વૈજ્ઞાનિક અભિપ્રાયની સ્વતંત્રતા સાચવવી મુશ્કેલ થઈ પડતી. પરંતુ એકવાર વિજ્ઞાનના પરાક્રમેની પિછાન થયા પછી જનસમાજ વિજ્ઞાન તરફ ખેંચાવા લાગ્યો, અને ધર્મને બદલે વિજ્ઞાનના પૂજકોને શિક્ષા કરવાનો વિચાર માત્ર અયોગ્ય ગણાયો. દરેક દેશમાં સ્થપાયેલી વિજ્ઞાનની મંડળીઓને લીધે, અને તેમના વિવેચનો પ્રસિદ્ધ રીતે છપાવાથી, સમાજને પણ વિજ્ઞાન સદૃશ જાણવાનાં અને સમજવાનાં સાધનો વધતાં ગયાં. ઓગણીસમા શતકમાં ઔદ્યોગિક પરિવર્તનને પરિણામે, ઇંગ્લેન્ડમાં ઉદ્યોગો અને ધનસંપત્તિની વૃદ્ધિ થઈ હતી; પરંતુ તેની સાથે મજ્જુ-રોમાં કષ્ટ, રોગ, અને ખીજ અનેક સામાજિક મુશ્કેલીઓ ઊભી થઈ હતી. તે મુશ્કેલીઓ દૂર કરવાને માટે પણ વિજ્ઞાનની જરૂર ઊભી થઈ હતી. આરોગ્યવિદ્યા, સમાજવિદ્યા, ગણનાશાસ્ત્ર, સુખજનનવિદ્યા, વગેરે શાખાઓની મારફત યુરોપમાં મજબૂરવર્ગ પણ વિજ્ઞાનમાં રસ લેતો થયો. રોરોડો, હુકમી, ટીન્ડલ ફેરેડે, જેવા સમર્થ વૈજ્ઞાનિકોની રસિક વાણીથી તેમનાં બાપણો મારફત વિજ્ઞાન ધણું લોકપ્રિય થયું છે. આ લોકપ્રિયતાથી બે પ્રકારના લાભ થાય છે. એક તો વિદ્વાનો અને સામાન્ય પ્રજા વચ્ચેના રોજના વ્યવહારની આવશ્યકતાથી; વિદ્વાનોને બાધા અને વિચારની સરળતા પ્રાપ્ત કરવી પડે છે. ખીજું જનસમાજના ઉત્તેજનથી વિજ્ઞાનની પ્રગતિને આવશ્યક પ્રેરક બળ, અને સાધન પ્રાપ્ત થાય છે.

### વિજ્ઞાનની સાર્વત્રિકતા

વિજ્ઞાનમાં ઔપચારિક પરિણામોમાં વ્યવહારનાં સાધનની સરળતા મુખ્ય છે; તેને લીધે દેશ, ક્ષણ, અંતર, અને ભાષાના અંતરાયો દૂર થયા છે અને વિજ્ઞાનની એકતા અને સર્વતોમુખતા ઉપરાંત વિજ્ઞાનની સાર્વત્રિકતા સિદ્ધ થઈ છે. ગ્રામીન સમયમાં ખાદિયા, મિસર, ચીન કે હિન્દના વૈજ્ઞાનિકોના દરેકના અભિપ્રાયો અને સિદ્ધાંતો જુદા હતા, પરંતુ હવે વિજ્ઞાનના નિષ્કૃષ્ટો અને સિદ્ધાંતો દરેક દેશમાં

એક જ રીતે એક જ રૂપમાં સ્વીકારાય છે, અને તે પણ ઘણા જ દ્રવ્ય સમયમાં. એક નવા તારાની, પ્રજ્વળની કે વનસ્પતિની રેખા, અથવા તે નવા રાસાયણિક તત્ત્વની રોષ અથવા ભૌતિકશાસ્ત્રના એક નવા નિયમની જોડાણ જ સમયમાં પૃથ્વી ઉપર બધી પ્રજાઓમાં પ્રસિદ્ધ થાય છે. રેખાઓની રોષ, અને એ નવા તત્ત્વમયી દીવિયમ અને ગ્રાંથુ વગેરે બીજા તત્ત્વોની હિતિની રોષ સ્વીકારાતાં નહિ જોવા જ સમય લાગ્યો હતો. વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિની પ્રજ્વળિયા અને વૈજ્ઞાનિક શક્તિની પ્રતિષ્ઠા એવી સારી રીતે જામી છે કે અધ્યક્ષ કે ટ્રાંમ જરાયે ટટ્ટી શકતો નથી. જામ હોવાથી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણના સ્વીકારમાં દેશ કે પ્રજાના રજના બેદને સ્થાન રહેતું નથી. દક્ષિણ આફ્રિકાના અધ્યક્ષ રાજકારણમાં હિન્દને સરખા હક ન મળે. પણ હિન્દી વૈજ્ઞાનિકો તો હવે આખી પૃથ્વીની પ્રજાઓમાં માન પામતા થઈ ગયા છે. આંતરરાષ્ટ્રીય સભાઓમાં હવે હિન્દના વૈજ્ઞાનિકોને પૂરતું માન અને ઉચ્ચ સ્થાન મળે છે, અને તેમાં દિનપ્રતિદિન થઈ ચૂકી ગયું છે.

રચના વગેરે વિષયોમાં પણ સિયોનાર્ડોએ પોતાની પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિનાં ફોનો સ્વાદ ચાખ્યો હતો. કીમિયો, જાદુ અને જ્યોતિષની વિરુદ્ધ તેણે ઘણું લખ્યું હતું. સ્પિટ્ઝનું નિયમન અમુક નિયમ-સર થાય છે તે વિષે તેણે ખાતોપૂર્વક વિચારો દર્શાવ્યા હતા. સિયોનાર્ડો પોતાની અંગત મૈત્રી, રાજદરબાર અને સમાજમાં પ્રતિષ્ઠા વગેરે કારણોને લીધે પોતાના જીવતા જ વૈજ્ઞાનિક તરીકે સારું માન પામ્યો હતો.

### કોપરનીકસ

સિયોનાર્ડોની માફક તેનો સમકાલીન ખગોલવેતા નિકોલસ કોપરનીકસ (૧૪૭૩-૧૫૪૩) તે સમયની ધર્માધતાથી બચી જવા પામ્યો હતો. તેણે ટોલેમીના પ્રાચીન સિદ્ધાન્તથી વિરુદ્ધ જઈને પૃથ્વી સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ સિદ્ધાન્ત પ્રતિપાદન કર્યો. પોપ તરફથી સદ્વિખ્યાતા અને કાંઈક સદાનુભૂતિ મળ્યા પછી તેનું પુસ્તક છપાવવાની રજા મળી, તે પણ લગભગ તેના મૃત્યુ સમયે જ. પરંતુ ઇશ્વરે મનુષ્યને માટે ખાસ બનાવેલી પૃથ્વી સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે એ વિચાર જ બાઇબલ વિરુદ્ધ અને મનુષ્યની માનદષ્ટિને હાનિકારક લાગતો હતો. તેથી ચોપરાજ્યમાં ફરી ધર્માધતાનો પ્રચાર થતાં ૧૬૧૬ માં આ પુસ્તકનો નિષેધ કરવામાં આવ્યો અને તેના 'સિદ્ધાન્તો બાઇબલ વિરુદ્ધ અને ખોટા છે' એવું ખાસ ફરમાન પણ કાઢવામાં આવ્યું. આ નિષેધ લગભગ ૨૦૦ વર્ષ સુધી રહ્યો, અને ઇ. સ; ૧૮૨૨ સુધી કોપરનીકસનો સિદ્ધાન્ત પોપને અને રોમન કેથોલીક પંથોએને અસ્વીકાર્ય હતો. પૃથ્વી સૂર્યમંડળનું મધ્યાગ્નું નથી. પરંતુ સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ સિદ્ધાન્ત દર્શાવવાને માટે ૧૬૦૦ માં જુનોને જીવતો બાળી મૂકવામાં આવ્યો હતો. ગેલીલિયો (૧૫૬૪-૧૬૮૨) પાસે પણ આવા જ શુનાઓ માટે બળાટકારથી મોટી મંગાવવામાં આવી હતી. ગેલીલિયોનો\* ખીલો અપરાધ એ હતો કે તેણે પદાર્થોની પતનગતિ વિષે

\*ગેલીલિયો એને જુનોના સત્ય માટેના આગ્રહ વિષે જુઓ પ્રકરણ બીજું.

એરિસ્ટોટલની વિરુદ્ધ મત દર્શાવ્યો હતો: તે ઉપરાંત, પીસાના ટાવર ઉપરથી હલકી અને ભારે વસ્તુ એક જ સાથે નીચે પડે છે એ પ્રત્યક્ષ પ્રયોગથી એરિસ્ટોટલને ખોટો પાડવાનો પ્રયત્ન કર્યો હતો. તેના શત્રુઓએ તેને છેવટ સુધી છેડાયો નહિ અને તેના જીવનનો અંતકાળ અંધાપામાં અને ગરીબાઈમાં કાઢવો પડ્યો હતો.

**કેપ્લર**

આ પ્રમાણે અનેક રીતે ત્રાસ પામવા છતાં પણ વિજ્ઞાનના પ્રથમ ભક્તો પોતાના કર્તવ્યમાંથી અવિત થતા નહોતા. ટાઇકો-બ્રાહી અને તેના શિષ્ય કેપ્લર (૧૫૭૧-૧૬૩૦)ને આ ત્રાસથી એક ગામથી ખીજે ગામ ભટકવું પડ્યું. આખરે બોહીમિયાના રાજાના આશ્રયથી આ ત્રાસ કંઈક ઓછો થયો હતો. ખગોલવિદ્યાના ઇતિહાસમાં ટાઇકો, કેપ્લર અને ગેલીલિયો એ ત્રિપુટીનાં નામ અમર રહેશે. તેમનો સ્વભાવ અને તેમનું જીવનકાલ જિન્ન જિન્ન પ્રકારનું હોવા છતાં તેમણે ખગોલવિદ્યાના યાનમાં અજબ રીતે વૃદ્ધિ કરી છે. ટાઇકોનું નામ શુદ્ધ અને નીરસ હતું. આશયનું રાત્રિદિવસ નિરીક્ષણ કરીને ખગોળ વિષેની બધી હકીકતો અને તથ્યો એકઠાં કરીને નોંધી રાખવાનું કામ પશુને કંદાળાભરેલું લાગે. પરંતુ આ પ્રમાણે બધી વિગતો એકઠી થઈ ન હોત તો તથ્યો અને સાધનો વિના કેપ્લરના પ્રસિદ્ધ નિયમોની શોધ થઈ શકત નહિ. ગેલીલિયો પણ ઉમંગી અને ઉત્સાહી નિરીક્ષક હતો. આકાશ અને ખગોળના સૌન્દર્યનો એ પરમ પૂજક અને ભક્ત હતો. અને આ સૌન્દર્ય-નિરીક્ષણનો લાભ સાદી ભાષામાં લોકોને સમજાવવામાં આનંદ લેતો. કેપ્લરનીકસનો સૂર્યમંથનનાદ ખરો છે અને પૃથ્વી સૂર્યની પરિક્રમા કરે છે એ સિદ્ધાન્ત તેણે એવી સરળતા અને સ્પષ્ટતાથી સમજાવ્યો હતો કે સાધારણ મનુષ્ય પણ પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણથી પોતાની ખાતરી કરી શકે. તેનાથી કેપ્લરનું કામ જીવન પ્રકારનું હતું. તે ગણિતશાસ્ત્રી હતો અને પોતાની શ્રુદ્ધિ અને વિચાર-શક્તિથી જ પોતાના ગુરુ ટાઇકોએ મેળવેલાં તથ્યો ઉપરથી ત્રણ

નિયમો તારવીને તેમનું સમર્થ રીતે પ્રતિપાદન કર્યું હતું. (૧) ગ્રહોની કક્ષા સાધારણ માન્યતા પ્રમાણે ગોળ એટલે વર્તુલાકાર નથી પરંતુ લંબવર્તુલાકાર\* હોય છે. (૨) ગ્રહો સૂર્યની સમીપ હોય ત્યારે તેમની ગતિ વધારે ત્વરિત થાય છે અને સૂર્યથી દૂર હોય છે ત્યારે ગતિ ધીરી પડે છે. (૩) ગ્રહની ગતિનો વેગ તેમની અને સૂર્યની વચ્ચેના અંતરની ઉપર આધાર રાખે છે. આ છેલ્લો નિયમ શોધતાં અને તેને ગણિતથી સિદ્ધ કરતાં કેપ્લરને વર્ષો સુધી મહેનત કરવી પડી હતી અને જ્યારે આ સિદ્ધાંતનું પ્રમાણ તેને સૂઝ્યું, અને ખીખ અનેક પ્રયત્નો નિષ્ફળ થયા પછી આ મત્ત સિદ્ધ થયો અને એ સ્વપ્ન જ છે એમ તેણે કેટલાએક સમય સુધી માન્યું હતું. કેપ્લરે, ટાર્કેટા અને ગેલીલિયોના નિરીક્ષણની નોંધ ઉપરથી તર્કશુદ્ધિ અને ગણિતચાતુર્ય વાપરીને નિયમોનું સંશોધન અને સ્થાપન કર્યું હતું. આ નિયમો ખરા છે એવી તેની ખાત્રી થઈ હતી પરંતુ શા કારણથી તે ખરા પડે છે અને તેનું મૂળ કારણ શું છે તે શોધવાનું માન પચાસ વર્ષ પછી સર આલ્બ્રેક ન્યૂટન નામના પ્રતિભાશાળી અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિકને જ થયું છે.

એકન અને ઠ કાટીંગ

- લૉડ\* એકન (૧૫૬૧-૧૬૨૬) નામના અંગ્રેજ વિદ્વાને વિજ્ઞાનની અભ્યાસ પદ્ધતિ સંબંધી નવો પ્રકાર પાડ્યો હતો: અનુભવસિદ્ધ પ્રત્યક્ષ જ્ઞાન ખરું છે, અને નિયમો સિદ્ધ કરતાં પહેલાં તે વિષયની સઘળી વિગતો-તથ્યો એકઠાં કરવાની આવશ્યકતા વિષે તેણે ખાસ ધ્યાન ખેંચ્યું હતું. ઠ કાટીંગ (૧૫૯૬) નામના ફ્રેંચ તત્ત્વવેત્તાએ તે સમયમાં પ્રત્યક્ષ અનુભવથી સત્ય જાણવાની અને શબ્દપ્રમાણ્યને ન માનવાની નવી પ્રણાલિકા શરૂ કરી હતી. આપણા જ્ઞાનમાં કોઈ પણ અપૂર્ણતા હોય અથવા અનુમાનચુંબકતામાં કોઈ પણ વિષમતા લાગતી હોય તો તે સમયે 'હું જાણું છું' તે કહેવાને બદલે 'આ સંબંધી મારી ખાત્રી નથી' એ કહેવાની

જરૂર છે. આ બંને તત્ત્વવેત્તાઓએ વિદ્યાનમાં ખાસ નવી શોધ કરી ન હતી; પરંતુ પ્રાચીન અને પ્રચલિત યાનને તપાસીને અને તેમાંથી સત્યસંશોધનની વાસ્તવિક પદ્ધતિનું પ્રતિષ્ઠાન કરીને વિદ્યાનના ઇતિહાસમાં તેઓ પોતાની કાંતિ સ્થાપી ગયા છે.

ન્યૂટન

જે વર્ષમાં ગ્રેકીસિયો મરણ પામ્યો તે જ વર્ષમાં ન્યૂટન (૧૬૪૨-૧૭૨૭)નો જન્મ ઇંગ્લેન્ડના એક નાના ગામડામાં થયો હતો. નાનપણથી તેનો બધો નાણુક હતો, અને તેથી નિશાળમાં તે બાળસુ અને ખેડરકાર રહેતો તે છતાં પણ તેના ઉપર કોઈ દબાણ કરવું નહિ. રમવાના વખતમાં નાનાં યાંત્રિક રમકડાં બનાવવાને તેને શોખ હતો અને પાણીની ધડિયાળ, ઉંદર ચલાવી શકે તેવી નાની ધંટી, ખેસનાર માથુસ ચલાવી શકે તેવી માડી, વગેરે યાંત્રિક કળવાળાં રમકડાં બનાવ્યાં હતાં. પંદર વર્ષની ઉંમરે તેને ખરના ખેતરની વ્યવસ્થા કરવા માટે મોકલવામાં આવ્યો હતો; પરંતુ તે સમયે તેનું ચિત્ત બધુવામાં હોવાથી તેને ફરીથી શાળા અને કોલેજમાં મોકલવામાં આવ્યો. તેના પાઠશાળાના અભ્યાસક્રમના અંતે તેણે પોતાના નામથી પ્રસિદ્ધ થયેલી ત્રણ મોટી શોધો સંખ્યા વિચાર કરવાનું શરૂ કર્યું હતું. ગણિતવિદ્યામાં ચલનકલનની પદ્ધતિ તેણે ૧૬૬૬માં શોધી કાઢી હતી; પ્રકાશનું વિભાજન\* થવાથી સૂર્યના શ્વેત પ્રકાશમાંથી સપ્તરંગપટ દેખાય છે તે બતાવીને અને એક ગોળ પાના ઉપર સાત રંગ સાથે સાથે લગાડીને તે ફેરવવાથી તેમાંથી શ્વેત રંગ પાછો ઉત્પન્ન થાય છે તે દેખાડીને તેણે પ્રકાશના સ્વરૂપ સંખ્યા સંશોધનની શરૂઆત કરી હતી; તેવી જ રીતે નાદ† હવામાં કેવી રીતે પ્રસરે છે તથા તેના અદિશ્વન કેવી રીતે

\* Dispersion

+ Sound



ઉત્પન્ન થાય છે અને ગતિમાન થાય છે તે સંબંધી પ્રયોગો કરી ગતિના માપનની પદ્ધતિ નેજે ખતાવી હતી. પરંતુ તેનું સૌથી મોટું કામ તો ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમના સંશોધનનું હતું.

### ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમની શોધ

ચંદ્ર પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા, અને પૃથ્વી અને બીજા અહો સૂર્યની પ્રદક્ષિણા શા કારણથી કરે છે તે પ્રશ્નના સંબંધી ન્યૂટને ઘણાં વર્ષ સુધી વિચાર કર્યો હતો. આપણે સાધારણ રીતે એક પથ્થર અથવા દડો ગબડાવીએ તો તે ધણુખરું સીધી દિશામાં જ નાચે છે અને છેવટે જમીન સાથે અથડાઈને તેની ગતિ બંધ થાય છે. પરંતુ આ અહો સીધા એક જ દિશામાં જવાને બદલે સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કેમ કરે છે ? એક વખત ન્યૂટન પોતાના બાગમાં બેઠો હતો ત્યાં ઝાડ ઉપરથી એક ફળ નીચે પડતું જોઈને તેને આ પ્રશ્નનો ઉત્તર મળ્યો હતો એ દંતકથાની સત્યતા વિષે હવે ચંકા લેવાય છે. પરંતુ જેવી પૃથ્વી એક પડતા ફળ ઉપર આકર્ષણ કરે છે તેવી જ રીતે સૂર્ય બીજા અહો ઉપર આકર્ષણ કરે અને તેથી જ તે બધાની ગાત વળુલ અથવા બીજા અમુક આકારમાં જ થાય છે એ અનુમાન ફલિત થાય એમાં કાંઈ નવાઈ નથી. એક દોરીને છેડે દડો બાંધીને ફેરવવાથી જેમ તે દડો ગોળ પ્રદક્ષિણા કરે છે તેમ બધા અહો સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ અનુમાન સહેલ છે. પરંતુ વિજ્ઞાનમાં આવા ખાલી અનુમાનો અથવા તર્કો કામમાં આવી શકે તેમ નથી; અને તેથી પૃથ્વી અને ચંદ્ર, અને પૃથ્વી અને સૂર્ય એ બે વચ્ચેનું ગુરુત્વાકર્ષણ માપી ચકાવ અથવા તો તેની ગણતરી કરી ચકાવ તો જ તે સિદ્ધાન્ત સપ્રમાણ ગણી ચકાવ. તે વખતે પૃથ્વીના કદની ગણતરીમાં બૃહ-હોવાને ક્ષિપ્ર ન્યૂટનની ગણતરી ખોટી પડી અને ચંદ્રની ગતિ તેની ગણતરી કરતાં ઓછી હતી. જો કે આ ફેર ધણો ન હતો અને ન્યૂટનને પોતાના સિદ્ધાંતની મનમાં ખાતરી હતી તે છતાં પણ તે વિષે રહેલો કાંઈને કાંઈ નહિ. પરંતુ તેની ગણતરીનાં કામગિર્યાં

સાચીને રાખી મૂક્યાં, સોજ વર્ષ પછી એક વખતે રોયલ સોસાયટી-ની એક સભા વખતે પૃથ્વીના કદની ખરી માપણી નવેસર થઇ છે અને તેથી પૃથ્વીનું કદ ખરી રીતે ધારવા કરતા વધારે મોટું છે એવું તેણે સાબિત્યું. તે સાબિતગતીની સાથે જ તેની બૂની ગણતરી યાદ આવી અને તેથી તેને ખરો જગ્યાખ મળશે એમ ધારીને તરત જ ધેર જઇને પૃથ્વીના કદનો નવો આંક લઇને પોતાની ગણતરી ફરીથી કરવા માંડી. આ ગણતરી ચંદ્રની ખરી ગતિની સાથે મળતી આવે છે અને તેથી પોતાનો ગુરુત્વાકર્ષણનો સિદ્ધાંત ખરો પડે છે એ વિચારથી તે એટલો ખધો પ્રોત્સાહિત અને આનંદિત થઇ ગયો કે બાકીની ગણતરી પૂરી કરી ચક્રો નહિ અને તેને માટે તેને ખીમ મિત્રની મદદ લેવી પડી. આ નિયમ અત્યારે આપણને એટલો ખધો સ્પષ્ટ અને સરસ લાગે છે કે તેને સિદ્ધ કરવામાં પડેલી મહેનતનો આપણને ખ્યાલ માત્ર પણ આવી શકતો નથી. ૧૬૮૭માં જ્યારે આ ખધી ગણતરી સાથે ન્યૂટનની સોધ બહાર પડી ત્યારે આખી દુનિયાના વિદ્વાનોમાંથી લાગે જ આઠ માણસો તેને સમજવાને શક્તિમાન હતા. આ નિયમથી શક્તિ થતા ખીમ અનેક સિદ્ધાંતો અને ઉપસિદ્ધાંતો પણ જ ઉપયોગી છે, પરંતુ તે સબંધી લંબાણથી વિવેચન કરવું અસ્થાને છે.

ન્યૂટનની જિંદગીનું ખીચું બધું કાપ આ સોધ આગળ બોણું દેખાય છે. પરંતુ તેની વિદ્યાભીતિ, કામ કરવાની ધીરજ અને ખાત, અને ખરા સત્યજાગરને લાગે તેવા ખીમ અનેક સક્ષણોથી એવું જીવન અલંકૃત હતું. વર્ષો, સુધીની મહેનતના કાગળિયાં ઉપર સમગ્રતી મીલુખતો પાડી નાખીને તેને જરમ કરનાર પોતાના કૂતરા ઉપર ગુસ્સાને બદલે “ડાયમંડ! ડાયમંડ! તે શું ગુકથાન કરું” છે તેના તને જરાયે ખ્યાલ નથી. એટલા જ સબંધે બોલીને મોટી આપનારનાં ઘેર અને શક્તિ માટે શું કહેવું? તે ૮૫ વર્ષની જૂદ વયે અવસાન પામ્યા તે સમયે પ્રગર્ભ,

રાજદરબારમાં, અને વૈજ્ઞાનિકોમાં માનથી પૂગ્નતો હતો; તે છતાં તેની નમ્રતા કેટલી બધી હતી તે વિશે પહેલાં ઉદ્દેશ્ય કર્યો છે. નેપ્ચ્યુનની શોધ

ન્યૂટને સૈદ્ધાન્તિક ખગોલવિદ્યાની સ્થાપના કરીને તારા અને ગ્રહોની ગતિની દુઃસ્વીરૂપ ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ બતાવ્યો હતો. ત્યારપછી પણ લે આન્જ અને લે રેક્લામે આ સિદ્ધાન્તને ગણિત-શાસ્ત્રની મદદથી વધુ ખીલવીને જેમની ગતિ સમજી શકાય એવી નહોતી તેવા ગ્રહોની અનિયમિત ગતિ પણ સમજાવીને ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ વધુ સખળ રીતે પ્રતિપાદન કર્યો હતો. આ ગણિતવેત્તાઓની મદદથી ખગોલવિદ્યા એક ચોક્કસ વિજ્ઞાન લેખાવા લાગ્યું, અને ચોક્કસાદ અને નિયમ વિરુદ્ધ કંઈ પણ ઘટના જોવામાં આવે તો તેનું કોઈ અદૃશ્ય કારણ શોધવાની પણ હિંમત આવી. નેપ્ચ્યુન નામના નવા ગ્રહની શોધ (૧૮૪૬) એ અર્વાચીન ખગોલવિદ્યાના પરાક્રમની પ્રસાદી છે. યુરેનસ ગ્રહની શોધ (૧૭૮૧) પોતાના નવા દૂરબીન વતી હુશીલે કરી હતી તે શોધને માટે તેને રાજ તરફથી ધર અને પેન્શન મળ્યાં હતાં. પ્રાચીન સમયમાં યુરેનસ (ગ્રહ નથી પણ) તારો જ એમ મનાતું હતું; અને તેની ગતિની જૂની નોંધ મળી આવતાં જ તેની કક્ષા બાંધવામાં આવી. આ કક્ષા આગળપાછળના બીજા તારા અને ગ્રહોના આકર્ષણની ગણતરી લેવા છતાં પણ અનિયમિત દેખાઈ. તેથી એમ લાગ્યું કે ક્યાં તો પહેલાંના ખગોલવેત્તાઓની નોંધ ખોટી હતી અથવા તો કોઈ અદૃશ્ય અને અજ્ઞાત ગ્રહ અથવા તારાના આકર્ષણને લીધે તેની કક્ષા આટલી બધી અનિયમિત થતી હતી. આ પ્રશ્ન પર એક અંગ્રેજ એડ્વિન્સ અને એક ફ્રેન્ચ લે લેરિયર એમ બે ગણિત-શાસ્ત્રીઓ સ્વતંત્ર રીતે કામ કરતા હતા. પહેલાં તો સૂર્ય અને બધા ગ્રહોના આકર્ષણની ગણતરી કરીને તેમની ગતિની સાથે યુરેનસની ગતિની જુદા જુદા સ્થાને કેવી અને કેટલી અસર થાય તે ગણવાનું

વધુ; પણી યુરેનસની નિરીક્ષિત કક્ષામાંથી કેટલું વિપયગમન થાય છે તે ગણીને તેને આકર્ષનાર નવો ગ્રહ કેટલો દૂર હોવો જોઈએ તેની ગણતરી કરવાની હતી. ખન્ને ગણિતશાસ્ત્રીઓએ સ્વતંત્ર રીતે કરેલી ગણતરી લગભગ સરખી આવી અને તેથી તે જગ્યાએ શોધ કરવાને ખગોલવેત્તાઓને વિનંતી કરવામાં આવી. દૂરબીનથી તે નિર્ણયિત સ્થાને ખારીકાઈથી જોવાથી આ ગ્રહના પહેલીવાર દર્શન થયા અને તેનું નામ નેપ્ચ્યુન પાડવામાં આવ્યું. આ શોધથી ખગોલવેત્તાઓને ધણો આનંદ થયો. કારણ કે ખગોલવિદ્યાની પ્રતિષ્ઠા સુસ્થાપિત થઈ. પોતાના ઘરમાં બેસીને યુરેનસની ગતિની ઠાંધકે અનિયમિતતા ઉપરથી ફક્ત ગણતરી કરીને હજારો માઇલો દૂર આવેલા અગાત અને અદૃશ્ય ગ્રહની શોધ કરવી એ ખગોલવિદ્યાની યોગસાધની નાની નિશાની નથી. આ શોધથી ખગોલવિદ્યાની મહત્તા અને વિજ્ઞાનની પ્રતિષ્ઠા એ ખન્નેની સ્થાપના થયે ઉપરાંત ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમનું સખળ સમયેન થયું ગણાય. કારણ કે ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણની કલ્પનાના સિદ્ધાન્તનું રહસ્ય સમજાવનાર નિયમની વધારે સચોટ રીતે સાબિતી મળવી મુશ્કેલ છે. સૂર્યમંડળમાંના દરેકે દરેક અણુ એકબીજાને આકર્ષે છે અને આ આકર્ષબળ તેમની માત્રાના ગુણકના પ્રમાણમાં અને તેમની વચ્ચેના અંતરના વર્ગના ઊલટા પ્રમાણમાં હોય છે, એ ન્યૂટનનો સાદો નિયમ નેપ્ચ્યુનની શોધથી સુસિદ્ધ થયો.

આખન્દેદાઇન

તે છતાં પણ ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમોનું રહસ્ય બદલાતું જાય છે. સાધારણ પૃથિવિ ધટના અને પૃથ્વી ઉપરની ગતિ વગેરેને વિષે ન્યૂટનના નિયમો સારું કામ આપે. પરંતુ ખોટા કદના ગ્રહોની અવકાશમાંની ગતિ અને મોટી કક્ષાઓની ગણતરીમાં અને પ્રકાશની ગતિ જેવી ત્વરિત ગણતરીમાં એ નિયમોમાં ત્રુટિઓ દેખાઈ છે. તેથી જો કે ન્યૂટનના નિયમો તદ્દન ખોટા કરતા નથી; પરંતુ તેમાં સહેજસાજ ફેરફાર કરવાની જરૂર પડી છે. સૂર્યની પ્રકૃષ્ટિયા કરનાર

મહોની ગતિની કક્ષા સ્થિર રહેતી નથી; પરંતુ જરા લંબાય છે અને તેથી કક્ષા ચલિત થાય છે. બુધની કક્ષા વિષે આ પ્રમાણે ચોક્કસ જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું છે; આ ચલનનાં બધાં કારણો તપાસવા છતાં પણ ૪૨ અંશ જેટલા ફેરફારનું કારણ ન્યૂટનના નિયમોથી મળી શકતું નથી. પરંતુ આપ્ત-સ્ટાઇન નામના સ્વીસ યાદુઠી પ્રોફેસરે બ્લેકીનમાં આ વિષે તબક્કાવાર શોધખોળ કરી છે તેથી સંતોષકારક જવાબ મળે છે. તેની કક્ષાના પ્રમાણે દરેક પદાર્થની ગતિને લીધે તેનામાં અચૂક પ્રકારનાં અવલન\* ઉત્પન્ન થાય છે; તેને લીધે કક્ષાનું રૂપ બદલાય છે. આ પ્રમાણે કક્ષાના ચલનની ગણતરી કરવાથી બુધની કક્ષાની સંપૂર્ણ સમજૂતી મળે છે. આમ એકવાર આપ્ત-સ્ટાઇનની કક્ષાનાનું પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ સિદ્ધ થવાથી તેની કક્ષાનાની ખીજ દિશાઓ તરફ પણ ધ્યાન ખેંચાવા લાગ્યું.

### સાપેક્ષતા અને ચોથું પરિમાણ

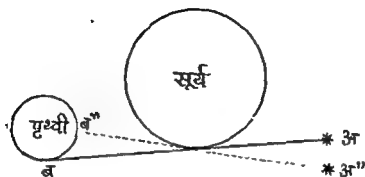
ગતિને લીધે પદાર્થોમાં ગતિની દિશામાં અવલન\* ઉત્પન્ન થાય છે. એટલે વસ્તુઓ જરા લાંબી થતી જાય છે. એ કક્ષાના સમજવાને માટે ચાર પરિમાણનું સ્વરૂપ સમજવાની જરૂર છે. ન્યૂટન અને ખીગ્ગ ગતિશાસ્ત્રીઓએ ગતિને કાળથી સ્વતંત્ર માની હતી; પદાર્થોની ગતિ દિકે અથવા અવકાશ ઉપર જ થાય છે અને તેનું માપ કાલ જેવા સ્વતંત્ર પરિમાણથી માપી શકાય એ નિયમની કક્ષાના હવે જરા ખોટી પડી છે. ગતિ માત્ર સાપેક્ષ છે; અને જેમ આપણે પદાર્થોની ઉંચાઇ, લંબાઇ અને પહોળાઇ માપ્યા સિવાય તેનું સ્વતંત્ર સ્થાન નક્કી કરી શકીએ નહિ તેવી જ રીતે એ ત્રણે પરિમાણોનો કાળ સાથેનો સંબંધ નિર્દિષ્ટ થાય નહિ ત્યાંસુધી આપણું જ્ઞાન ચોક્કસ કહેવાય નહિ; કારણ કે કાળ અને દિક એ બે પ્રાથમિક પરિમાણોથી વિયુક્ત કાંઈપણ વસ્તુ રહી શકે જ નહિ. ગતિ, દિક અને કાળ એ બંનેથી

સાપેક્ષ હોય છે—ટૂંકની ગતિ પાટા નીચેની જમીન સ્થિર હોય તો જ દેખાય છે: આ સાપેક્ષતાનો સિદ્ધાન્ત પ્રાચીન સમયના તત્ત્વવેત્તાઓને અજ્ઞાત ન હતો. જ્ઞાન માત્ર આપણા મનથી સાપેક્ષ છે—ગતિ માત્ર અમુક વસ્તુની સરખામણીમાં જ છે. પૃથ્વીની જમણગતિ શનિ કે શુક્ર કરતાં અડધી જ છે અને તેથી શનિ કે શુક્રના મઠ ઉપરનો દિવસ પૃથ્વીના દિવસ કરતાં અડધો જ છે—યુધનું વર્ષ આપણા વર્ષ કરતાં ચોથા ભાગનું જ છે; પરંતુ નેપ્ચ્યુનનું વર્ષ આપણા કરતાં ૧૬૪ ગણું મોટું છે—પણ યુધ કે નેપ્ચ્યુન ઉપર રહેનારને આપણા વિષે તેથી ઊલટો જ અભિપ્રાય આવે. આવા સાપેક્ષ વિચાર ઉચ્ચ ખગોલમણિતમાં પણ આવશ્યક છે એમ આઈન્સ્ટાઇને સિદ્ધ કર્યું છે. દિક અને કાળ સ્વતંત્ર નથી; પરંતુ સંયુક્ત અને સાપેક્ષ છે અને તેથી લાંબું, પહોળું, જીંચું એ ત્રણ વિશેષણ ઉપરાંત વહેલું મોટું એ ચોથું વિશેષણ-પરિમાણ પણ અવશ્યનું છે.

આ પ્રમાણે ચોથા પરિમાણની ઝાંખી ક્યાં પછી આઈન્સ્ટાઇનનો ધૈર અને પ્રકાશ વિષેનો અભિપ્રાય જોઈએ. ન્યૂટનની પ્રકાશની કલ્પના પ્રમાણે પ્રકાશના કણો-રજકણોને લીધે પ્રકાશ પ્રસરે છે; પરંતુ કુકના પ્રયોગોથી આ કલ્પના ખોટી ઠરી હતી અને હ્યુન્સની તરંગ કલ્પના સ્વીકારાઈ હતી. જેમ પાણીમાં મોજા યવાથી જલતરંગો દેખાય છે, અને જેમ હવામાં મોજા યવાથી શ્વનિ પ્રસરે છે, તેવા જ રીતે ધર નામના કાલ્પનિક દ્રવ્યમાં ચતા તરંગો વડે પ્રકાશ પ્રસરે છે. આ ધર શું છે તે સમજી શકાતું નથી; ધણા ભૌતિકશાસ્ત્રીઓ તેને કાલ્પનિક દ્રવ્ય સિવાય વધારે કંઈ માનતા નથી. પરંતુ સર ઓલીવર લૉજ જેવાને મન તો ધર એ બ્રહ્મનું સ્વરૂપ છે—અને મનુષ્યનો આત્મા તેમાં જ લય પામે છે અથવા વિહરે છે. પણ આઈન્સ્ટાઇનની કલ્પના પ્રમાણે તો પ્રકાશના પ્રસરણને માટે ધર જેવા દ્રવ્યની જરૂર જ નથી.

પ્રકાશની ગતિ કેવળ સીધી લીટીમાં થતી નથી. પરંતુ પ્રકાશના કણો, દ્રવ્યના કણોની અને વિદ્યુતના કણોની પેઠે ગુરુત્વાકર્ષણના બળથી ખેંચાય છે. પ્રકાશના કણોનું વજન હોય છે, અને તેમ હોય તો તે વજન ઉપર ગુરુત્વાકર્ષણની અસર થવાથી પ્રકાશનાં કિરણોની ગતિ બદલાઈ જાય. વિદ્યુતના કણો ઉપર ચુંબકતત્વની અસર થવાથી તે કણોનો ગતિપથ બદલાઈ જાય છે એવું પ્રયોગથી સિદ્ધ થયું છે. તેવી જ રીતે પ્રકાશનાં કિરણો ઉપર ગુરુત્વાકર્ષણની કેવી અસર થાય છે તેની ગણતરી આઈન્સ્ટાઈને કરી હતી. તે ગણતરી સિદ્ધ કરવાને માટે અત્યક્ષ નિરીક્ષણની જરૂર હતી; સંનં ૧૯૧૯ના ખગોળશાસ્ત્રી વખતે આ નિરીક્ષણની ગોઠવણ કરવામાં આવી હતી. આ નિરીક્ષણ વિશે વધારે સમજૂતી આપવાની જરૂર છે.

એક એવી સ્થિતિનો તારો શોધી કાઢવામાં આવ્યો હતો કે જેના કિરણો સૂર્યની ખરાબર નીચે થઈને આવતાં હોય હવે કિરણોની ગતિ તદ્દન સીધી રહેતી હોય અને તેની ઉપર સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણની જરા પણ અસર થતી ન હોય—તો તે કિરણો જ-જ ની લીટી ઉપર થઈને પૃથ્વી ઉપર દેખાશે. પરંતુ જે સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણથી આ કિરણોનો પથ અલગ થતો હોય તો એ કિરણો આપણને પૃથ્વી ઉપર જ” ઠેકાણે દેખાશે અને તેથી તારાની સ્થિતિ જ” ઠેકાણે હોય એમ લાગશે. આ પ્રમાણે તારાનું સ્થાન બદલાય છે કે કેમ તે જોવાને માટે અને તે સ્થાન કેટલું બદલાય છે તે નક્કી કરવાને માટે ઘણા ખર્ચે અગ્રેજ વૈજ્ઞાનિક મેન્ડેલે આઝીય અને આફ્રિકા એ દેશમાં જ્યાં ખગોળશાસ્ત્રી દેખાવાનું હતું ત્યાં અત્યક્ષ વિદ્વાનોને મોકલ્યા હતા, અને અહીં વખતે સૂર્યની નજીકના તારાના ફોટા લઈ લીધા હતા. તે જ સ્થળેથી જે માસ પછી ફોટોગ્રાફ લેવામાં આવ્યા હતા. તે વખતે સૂર્ય સમીપમાં નહોતો, આ બંને ચિત્રોની ખારીકા-ઈથી સરખામણી કરીને ઘણી મહેનતે ગણિતશાસ્ત્રીઓ અને ખગોળશાસ્ત્રીઓએ આ નિરીક્ષણનો નિષ્કર્ષ કર્યો.



સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે પ્રકાશનો પથ બદલાઈ જાય છે, એ ઉપરાંત આઈન્સ્ટાઇનની કલ્પના ખરી છે, તે પણ નિશ્ચયાત્મક રીતે સિદ્ધ થયું. (૧) જો પ્રકાશની તરંગવાદિની કલ્પના ખરી હોય અને વજન કે ગુરુત્વાકર્ષણની અસર ન હોય તો ઉપરના તારાના પ્રકાશના કિરણનો પથ જરા પણ ચલિત થાય નહિ. (૨) ન્યૂટનની કલ્પના પ્રમાણે પ્રકાશનાં કિરણો જરા પણ ચલિત થયાં હોય તો તે ૦.૬૫ અંશ કરતાં વધારે નહિ. (૩) આઈન્સ્ટાઇનની કલ્પના ખરી હોય અને પ્રકાશને વજન હોય તો નવી ગુરુત્વાકર્ષણની ગણતરી પ્રમાણે તેમાં ૧.૭૫ અંશ જેટલું ચલન થાય. ઉપરના ગ્રહણના નિરીક્ષણના પરિણામે આ ચલનની સરેરાશ સંખ્યા ૧.૮૦ નિશ્ચિત થઈ હતી. તેથી આઈન્સ્ટાઇનની નવી કલ્પના સિદ્ધ થઈ : અને વિશ્વના વિખ્યાત વૈજ્ઞાનિકોમાં તેનું નામ તેના જીવતાં જ સ્થાપિત થયું. સર જે. જે. થોમસનના શબ્દોમાં કહીએ તો “ન્યૂટનના સમય પછી ગુરુત્વાકર્ષણના સિદ્ધાન્તના વિષયમાં નવો પ્રકાશ આજના જેવો કોઈ વખત પડ્યો નથી. આઈન્સ્ટાઇનના સિદ્ધાન્તો એ મનુષ્યની વિચાર-શક્તિના ઉત્તમમાં ઉત્તમ પરાક્રમનું પરિણામ છે.”

આઈન્સ્ટાઇનના સાપેક્ષતાવાદની ખીણ આજે તેણે દસ વર્ષ



જલરૂપી મહાતત્ત્વનું સત્ત્વ; ગંધક એટલે મનુષ્યના સ્વભાવ (સ્પીરીટ) નો આધાર અને બીજી રીતે વાયુ મહાતત્ત્વનું સત્ત્વ; ક્ષાર એટલે શરીરનું ભૌતિક સ્વરૂપ અને પૃથ્વીનું સત્ત્વ—આ બધી દર્શિત કલ્પનાઓની સાથે જ્યોતિષવિદ્યાનો પણ પાસ હતો. આ બધા ઔષધરસાયનિકો વૈદ્ય તરીકે સારું કામ કરી શક્યા ન હતા; અને ધાતુનાં ઔષધોથી ધણા દરદીઓને નુકસાન થતું, તેથી પેરીસ જેવા શહેરમાં આ રસાયનિક-ઔષધોનો નિવેધ કરવામાં આવ્યો હતો.

### અર્વાચીન રસાયન વિદ્યાનો પિતા બોયલ

પરંતુ ૧૬૬૧ માં રોબર્ટ બોયલ નામના અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિકે “શંકામય રસાયનિક” નામનું પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરીને રસાયનવિદ્યાના ઇતિહાસમાં નવો સ્તંભ રોપ્યો. પારદ, ગંધક અને ક્ષાર એ ત્રિતત્ત્વોના સિદ્ધાન્તનું ખંડન કરીને તત્ત્વોના સ્વરૂપનો નિર્ણય કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો રાસાયનિક સંયોજન અને સમિશ્રણનો ભેદ બતાવીને તેણે સંયોજનો અને તાત્ત્વિક પદાર્થોનો ભેદ સ્પષ્ટ કર્યો. અણુવાદની ફરી સ્થાપના કરીને રાસાયનિક કાર્યોની સમજૂતી તેણે સરળ કરી આપી. બોયલ આયર્સાઈડના લોડ આન્ને-સરનું ચૌદમું સંતાન હતો; સરુદ્રમંથનમાંથી નીકળેલા ચૌદમા રત્નની પેઠે તેને અનેક રીતે અપૂર્વ ગણી શકાય. ફ્રેન્ચ રસાયનવિદ્યામાં નહિ પણ વિજ્ઞાનની બધી શાખામાં તેણે નવી શોધો કરીને, નવું બળ અને નવા વિચારો આપ્યા હતા. વાયુની ગતિ અને આપાતનના સંબંધમાં તેણે શોધેલા નિયમો હજી સુધી થોડા ફેરફાર સાથે પ્રમાણભૂત ગણાય છે. પરંતુ તેની ખરી સેવા તો રસાયનવિદ્યાને ક્રામિયાગીરીથી અને ઔષધવિદ્યાથી સ્વતંત્ર કરવાની હતી. રસાયન-વિદ્યાનું કાયં હવે ફ્રેન્ચ ઔષધો શોધવાનું કે પારસમણિ પ્રાપ્ત કરવાનું ન હતું; પરંતુ રાસાયનિક ક્રિયાઓનો નિઃસ્વાર્થી અભ્યાસ કરીને, તેમાંથી નિયમો તારવવાનું અને શુદ્ધ સત્યની પ્રાપ્તિ કરવાનું

હવું. આ નવી દષ્ટિ રસાયનવિદ્યામાં લાવવાને માટે ધ્યોયુક્ત અર્વાચીન-  
રસાયનવિદ્યાનો પિતા ગણાય છે. ઇંગ્લેન્ડની પ્રસિદ્ધ રોયલ સોસાય-  
ટીના મૂળ સ્થાપકોમાં એ પ્રથમ હતો; તેના શુદ્ધ ચારિત્ર્ય, તેની  
વૈજ્ઞાનિક શોધો, તેના સાદા પ્રમાણિક અને નિષ્પાલસ સ્વભાવને લીધે  
સમાજમાં તેની અતિથિ લાગી હતી.

ધ્યોયુક્તના પછી રહાહજ નામના પ્રસિદ્ધ રસાયનવેત્તાનું નામ  
આગળ આવે છે. તે રસાયનવિદ્યા અને ઔષધવિદ્યાનો અધ્યાપક-  
હતો અને પાછળથી પ્રસિદ્ધના રાગનો વેદ નિભાવે હતો; તેણે  
રસાયનવિદ્યાનું પ્રયોગાત્મક કામ લઈ કયું હતું; પરંતુ તેની ખ્યાતિ  
ફ્લોઝરટનવાદની સાથે સમન્વિત રહેશે. તેની પ્રતિષ્ઠા અને લખવાની-  
શૈલી એટલા ઉત્તમ હતા કે તેના પ્રતિપાદનમાં અપૂર્ણતા અને  
વિષમતા હોના છતાં પણ લગભગ દોઢસો વર્ષ સુધી આ વાદે  
યુરોપના બધા દેશોના રસાયનવેત્તાઓ ઉપર વિજય મેળવ્યો હતો.  
બળી શકે તેવી વસ્તુઓમાં ફ્લોઝરટન નામનું તત્ત્વ હોય છે અને બળતી  
વખતે આ તત્ત્વ જલું રહે છે એ સાદી લાગતી સમજૂતી લેવાને-  
ખરી લાગતી. ધાતુઓને પણ બાળવામાં આવે તો તેમાંથી  
“કાલ્ક” નામનાં બારિમક દ્રવ્યો રહે છે અને “ફ્લોઝરટન-  
જીરી” જાય છે; આ “કાલ્ક”માં ફ્લોઝરટન પાછું નાખવામાં આવે  
અને કાલ્કસાની સાથે ગરમ કરવામાં આવે તો પાછી ધાતુ પ્રાપ્ત-  
થઈ શકે છે. આસોન્ડ્રાસમાં પણ આ ફ્લોઝરટન શરીરમાંથી બહાર  
નીકળે છે અને ઓરડામાં આ ફ્લોઝરટન બહુ બસાઈ જાય તો  
આસ લેવો અશક્ય થઈ પડે છે. આવી સાધારણ ઘટનાઓ ઉપરથી  
ફ્લોઝરટનવાદની તરફેણમાં બહુ પ્રમાણે મળી આવતાં. તેની પુષ્ટિમાં  
બીજા રાસાયનિક તથા એકાં થવા માંડ્યા અને તેથી અનેક પ્રકારનાં  
રાસાયનિક તથા એકાં થવા માંડ્યા. આ પ્રમાણે રસાયનવિદ્યાની  
પ્રગતિમાં આ વાદ સહાયકારક હતો તે છતાં પણ તેમાં રહેલી બુલોને-  
લીધે આ પ્રગતિ યોગ્ય પ્રકારની ન ગણી શકાય. ફ્લોઝરટન પદાર્થ

છે, સાધારણ દ્રવ્યનું સ્વરૂપ છે, પણ અદૃશ્ય છે અને તેનું વર્ગન ઝણ પ્રકારનું છે; તેથી તે પદાર્થ જોડી જવા છતાં પણ વસ્તુઓનું વર્ગન વધે છે! જસતની બરમ યતાં તેનું વર્ગન વધે છે અને તેથી તેમાંથી કોઈ દ્રવ્ય જોડી જતું નથી પણ જીલટો કાંઈક ઉમેરો થાય છે એ ધટના સમજાવવા માટે ફ્લોજીસ્ટ ઝણ વર્ગનની કલ્પના આવશ્યક નથી એ લેવોજિયર નામના રસાયનવેત્તાએ સિદ્ધ કર્યું ત્યાં સુધી આ ફ્લોજીસ્ટનવાદ સુસ્થાપિત રહ્યો.

### પ્રાણવાયુની શોધ

આ ખોટી માન્યતાને લીધે ઑકિસજનની પ્રાપ્ત થયેલી શોધનો ખરો અર્થ કોઈ સમજી શક્યું નહિ. મેયો નામના અંગ્રેજ શરીરવ્યાપારશાસ્ત્રીએ હવામાં પ્રાણવાયુ નામનો જુદો વાયુ છે અને તે શ્વાસક્રિયાને ઉત્તેજિત કરે છે એ ખતાવ્યું હતું; ત્યાર બાદ લગભગ સો વર્ષ પછી ખ્રીસ્ટલીએ પારાની બરમ તપાવીને તેમાંથી પ્રાણવાયુ જુદો કાઢ્યો હતો, અને તેમાં મીથુબ્તી સારી રીતે બળે છે અને ઉંદર વગેરે પ્રાણીઓની શ્વાસક્રિયા ઉત્તેજિત થાય છે તે ખતાવ્યું હતું. તે છતાં તેના મગજમાં ફ્લોજીસ્ટનવાદની ધૂન પેટેલી હોવાને લીધે, અને હવા એક જ વાયવી તત્ત્વ છે એવી માન્યતા પ્રચલિત હોવાને લીધે ખ્રીસ્ટલી પોતે પોતાની શોધની અગત્ય પહેલાં તે સમજી શક્યો નહિ; અને આ નવા વાયુને ફ્લોજીસ્ટન વગરની હવા એવું નામ આપ્યું. હવા એ એક તાર્ત્રિક વાયુ નહિ પરંતુ બે વાયુનું મિશ્રણ છે એ શોધ કોઈ નાની કહી ન શકાય. પ્રાચીનકાળનાં પચ્ચમહાભૂત તત્ત્વો, અને રસાયન વેદોનાં ત્રિતત્ત્વો એ બન્ને કલ્પનાઓનું ખંડન કરનાર આ શોધની સાથે “હવા એ ઇશ્વર સર્જિત તત્ત્વ છે અને તેમાંથી કોઈ જુદાં તત્ત્વો મળી શકે જ નહિ” એ માન્યતા નષ્ટ થઈ.

-જલ એ તત્ત્વ નથી

ત્યારપછી થોડા સમયમાં જલ એ પણ તત્ત્વ નથી એ સિદ્ધ

યથું. આ શોધ કરનાર હેવી કેવન્ડીશ (૧૭૭૧-૧૮૧૦) ધનાઢ્ય અને નમ્ર સ્વભાવનો અંગ્રેજ હતો; તેણે વિજ્ઞાનની લગભગ બધી શાખામાં સારું કામ કર્યું હતું: ખગોળવિદ્યા, ગણિતવિદ્યા, ઉષ્મા-શાસ્ત્ર, અને રસાયનવિદ્યા એ સર્વેમાં તે પ્રવીણ હતો. પૃથ્વીની સરેરાશ ઘનતા+ માપવાનું કામ તેણે કર્યું હતું: પણ સૌથી ઉત્તમ કાર્ય તો પાણીનું પૃથક્કરણ કરવાનું હતું. વીજપ્રવાહથી પાણીમાંથી બે વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે, અને આ બે વાયુમાંથી પાણું પાણી બને છે એમ પૃથક્કરણ અને સંયોજન બે વડે પાણીનાં સ્વરૂપનો નિર્ણય કર્યો હતો. પરંતુ પ્રીસ્ટલીની માફક કેવન્ડીશ પણ ફ્લોજીસ્ટનવાદના અધારમાં કુટાયો હતો, અને તેણે આ બે જલવાયુને “ફ્લોજીસ્ટન” (હાયડ્રોજનનું નામ પછી અપાયું) અને ફ્લોજીસ્ટન પગરની હવા (ઑક્સિજન) એવાં નામ આપ્યાં.

## લેવોઝિયર

વિજ્ઞાનના સુભાગ્યે લેવોઝિયર નામના ફ્રેન્ચ રસાયનવેત્તાએ કેવન્ડીશ અને પ્રીસ્ટલીના પ્રયોગો ફરીથી કરી એવા; તેને લાગ્યું કે આ નવા વાયુઓ ખાસ વિલક્ષણ પ્રકારના નહોતા અને સાધારણ દ્રવ્યનાથી જુદા પ્રકારના ગુણવાળી ફ્લોજીસ્ટન વસ્તુની કલ્પનાની આવશ્યકતા કાંઈ પણ રીતે નહોતી. પાણીમાંથી ઉત્પન્ન થતા બંને વાયુને એકસ માત્રા અને વજન હતાં; અને તેમાંથી એકને હાયડ્રોજન (જલ બનાવનાર) અને બીજાને ઑક્સિજન (તેમજ-આહાર બનાવનાર) એ નામ આપ્યાં, તેમના ગુણો અને બીજાં લક્ષણો સિદ્ધ કરીને લેવોઝિયર ઑક્સિજન-આણુવાયુના શોધક તરીકે પ્રસિદ્ધ થયો. લેવોઝિયરે રસાયનિક તોલનયંત્ર-ત્રાજવાની મદદ લઈને એકસ વજન કરવાની પદ્ધતિથી ફ્લોજીસ્ટનવાદનું સંપૂર્ણ ખંડન કર્યું; અને ઋણ વજનવાળા હલકા પદાર્થની કલ્પના એટલી તો હાસ્યાર્પદ થઈ પડી કે દોઢસો વર્ષ સુધી રસાયનવિદ્યામાં સામ્રાજ્ય ભોગવનાર તે કલ્પનાને હવે

કચરાપેટીમાં દાટી દેવામાં આવી. તેથી બિલટું ફ્લોજીસ્ટન જેવે પદાર્થ બીડી જવાને બદલે રસાયનિક સંયોજનમાં બધાયે પદાર્થનું વજન સાચવીને નોંધી લેવામાં આવે તો એકંદર કાંઈપણ વધઘટ થતી નથી એ સિદ્ધ થતું ગયું. લેવોઝિયરે આ સિદ્ધાન્તને માટે પ્રયોગો કરી જોયા અને તોલનપદ્ધતિથી દ્રવ્યના સંરક્ષણનો સિદ્ધાન્ત પહેલી વાર બહાર પડ્યો. આ સિદ્ધાન્ત પ્રમાણે દરેક રાસાયનિક કાર્યની પહેલાં અને પછીનાં બધાં દ્રવ્યનું વજન કરવામાં આવે તો તેના વજનમાં વધઘટ થતી નથી, અને દ્રવ્યનું બધું વજન સંરક્ષિત રહે છે.

લેવોઝિયરનું વૈજ્ઞાનિક જીવન ફ્રેન્ચ વિપ્લવના તોફાની સમયને લીધે ઘણું સંકુચિત થયું હતું : તેને પોતાનો સમય પ્રયોગશાળામાં કાઢવાને બદલે બહારની બીજી પ્રવૃત્તિમાં રાખવો પડતો હતો. તેના પિતા ધનાઢ્ય હતો અને સારી સંપત્તિ મૂકી ગયો હતો. ૧૭૯૩માં ફ્રેન્ચ વિપ્લવ જાળ્યો ત્યારે તે કર ઉધરાવનારા ઉપરીનો સારો આદેશો ભોગવતો હતો. કર ઉધરાવનારા જીલ્લા અને તિરસ્કારને પાત્ર હતા એમ લોકો ધારતા હતા અને તેથી નવા રાજ્યમાં બધા કર ઉધરાવનારને મારી નાખવાનો હુકમ કાઢવામાં આવ્યો. તે હુકમમાંથી લેવોઝિયરને છાડાવવા માટે અને તેને રાજ્ય તરફથી સોંપવામાં આવેલા પ્રયોગો પૂરા થાય ત્યાં સુધી તેની જિંદગી બચાવવાને માટે તેના મિત્રોએ જીવના જેખમે રાજ્યસભાને અરજી કરી હતી. પરંતુ ફ્રેન્ચના આવેશમાં સભાએ ઉત્તર આપ્યો કે “અમારે વિજ્ઞાન માણસોનું કામ નથી” અને તેને ૧૭૯૪માં ૫૧ વર્ષની ઉંમરે ફ્રાંસી દેવામાં આવી. તેની જિંદગીનો અંત જલદીથી આવ્યો ન હોત તો તેના હાથે બીજાં અનેક સુંદર વૈજ્ઞાનિક કાર્યો થયાં હોત એમાં શંકા નથી.

રસાયનિક સંયોજનના નિયમો

રાસાયનિક ક્રિયાઓમાં ચોક્કસપ્રમાણે વજન કરવાની પદ્ધતિથી અને દ્રવ્યના સંરક્ષણના સિદ્ધાન્તથી રસાયનવિદ્યામાં નવા પ્રકારને

પ્રકાર પડતા માંડ્યો હતો. વાયવી, પ્રવાહી અને ધન પદાર્થોના શો સંબંધ છે અને તે ત્રણે સ્થિતિમાં ભૌતિક ગુણો અને રાસાયનિક પ્રક્રિયા કેવી રીતે થાય છે તેની સમજ વધવા માંડી હતી. રાસાયનિક તોલનપદ્ધતિથી પૃથક્કરણ કરતાં એમ નક્કી થયું કે દરેક રાસાયનિક સંયોજનમાં ભાગ લેનાર વસ્તુઓનું વજન હમેશા એક જ પ્રમાણમાં રહે છે; આ વાત નક્કી થવાથી અર્વાચીન રાસાયનવિદ્યાનું દૃષ્ટિબિંદુ બદલાયું. પાણીને ત્રણે તેવી રીતે બનાવવામાં આવે તો પણ તેમાં હાઇડ્રોજન (જલવાયુ) અને પ્રાણવાયુના વજનનું પ્રમાણ એક અને આઠનું જ હોય છે; વળી એક કરતાં વધારે સંયોજનોએ તત્ત્વોમાંથી થઈ શકતા હોય તો તે બંનેના વજનનું પ્રમાણ એક સાદા ગુણુના સંબંધવાળું હોય છે. હેસ્ટન નામના મેન્ડેલેવના રાસાયનિક પ્રાણવાયુ અને નાઇટ્રોજનના બંધા સંયોજનોની તપાસ કરીને એમ બતાવ્યું હતું કે ઓક્સિજનના આઠ ભાગની સાથે નાઇટ્રોજનના એક સંયોજનમાં ચૌદ ભાગનું અને ખીજમાં બઢાવીસ ભાગનું સંબંધન થાય છે. આ પ્રમાણે રાસાયનિક સંયોજનના નિયમો સિદ્ધ થવાની તૈયારી થઈ તેમ જ ખીજ બાજુએ દ્રવ્યના સ્વરૂપ અને રચના વિષે નવા વિચાર થવા માંડ્યા.

અણુવાદ અને પરમાણુવાદ

વાયુઓની સંયોજનાક્રિયાઓના અભ્યાસથી અને ઉપરના પ્રયોગો ઉપરથી હેસ્ટન (૧૭૬૬-૧૮૪૪) ને લાગ્યું કે દરેક તત્ત્વનું સંયોજનપ્રમાણ નિશ્ચિત હોવું જોઈએ; અને તેમ હોય તો તે દરેક તત્ત્વના અણુઓના વજનની સાથે તેનો કંઈ સંબંધ રહેવો જોઈએ, તેથી જ્યારે રાસાયનિક ક્રિયા થાય ત્યારે તે અણુઓની વચ્ચે જ થવી જોઈએ અને આ અણુઓથી નાના દ્રવ્યના ટુકડા થઈ શકે જ નહિ. પ્રાચીન દિવ્યોનો અણુવાદ-

અને પ્રાચીન ગ્રીક દિલસૂક્ષ્ણના અણુવાદની સાથે આ અણુવાદનું સામ્ય સ્પષ્ટ દેખાઇ આવશે. મુખ્ય ભેદ એટલો કે પ્રાચીન સમયમાં પરમાણુશાસ્ત્ર અને અધ્યાત્મવિદ્યાના દૃષ્ટિઅંદુષી આ અણુવાદનો વિચાર કરવામાં આવ્યો હતો; પરંતુ આ અર્વાચીન અણુવાદ પ્રયોગાત્મક અનુભવનું ફળ છે અને રાસાયણિક વ્યવહારમાં ડગલે પગલે તેની જરૂર પડે છે. એક સાદા સંયોજનમાં જે તત્ત્વો જે પ્રમાણમાં સંયોજિત થાય છે તે પ્રમાણ ઉપરથી તેમનો સંયોજનભારનો અંક નિશ્ચિત થાય છે. જલવાયુ અને પ્રાણવાયુના સંયોજનથી તેમનો સંયોજન-ભારાંક ૧, અને ૮ છે એમ ફક્તિત થાય છે; આ રીતે ડૉલ્ટને વીસેક તત્ત્વોના અણુભારાંક નિશ્ચિત કર્યા હતા. પરંતુ ગેલ્યુસાક (૧૭૭૮-૧૮૫૦) અને એવેગેડો (૧૭૭૬-૧૮૫૬) નામના ખીજ વિદ્વાનોએ એમ ખતાબું કે ડૉલ્ટનની કલ્પનામાં થોડીએક ખામી હતી અને તે દૂર કરવાને માટે અણુ\* અને પરમાણુ+ની બે જુદી, જુદી કલ્પનાઓની જરૂર હતી. આણુ એ એક ભૌતિક કલ્પના મણાય અને દ્રવ્યની નાનામાં નાની સ્વતંત્ર રીતે રહી શકે તેવી રજકણને અણુ કહેવાય; પરમાણુ એટલે રાસાયણિક સંયોજનમાં ભાગ લઇ શકે તેવું તત્ત્વનું ખારીક અણુકણ. ધણાખરા અણુમાં એક કરતાં વધારે પરમાણુ હોય છે; જલવાયુ અને પ્રાણવાયુની વચ્ચેનો ૧ થી ૮ જે રાસાયણિક પ્રમાણાંતર જોવામાં આવે છે તે ઉપરથી અને તેમના આપતન ઉપરથી એમ ફક્તિત થાય છે કે જલવાયુના બે અણુઓ અને પ્રાણવાયુનો એક અણુ તે પ્રમાણમાં સંધકૃત થઇને જલખાળપનું એક અણુ ઉત્પન્ન થાય છે અને તેથી જલની રાસાયણિક સંજ્ઞા  $HO$  નહિ પણ  $H_2O$  થશે.

ડૉલ્ટનની કલ્પના આ પ્રમાણે સુધર્યા પછી પરમાણુવાદ સાધારણ રાસાયણિક વ્યવહારમાં નિશ્ચિતરૂપે સ્વીકારવામાં આવે છે. સંયુક્ત પદાર્થો અને તાત્ત્વિક પદાર્થોના પરમાણુઓ નરી અંખે

જોઈ શકાય નથી પરંતુ પ્રયોગાત્મક રીતથી તપાસ કરતાં તેમના ગુણો અને લક્ષણોનો જે અનુભવ થાય છે તે વિશે થંદા રાખવાને કાંઈ કારણ મળતું નથી. છેલ્લાં લગભગ સવાસો વર્ષમાં ભૌતિકવિદ્યા અને રસાયનવિદ્યાના કઠિનમાં કઠિન સૈદ્ધાન્તિક અગ્રોના ઉદ્ભવમાં અણુવાદ અને પરમાણુવાદ જેટલી બીજી કોઈપણ કલ્પના ઉપયોગી થઈ શકી નથી; અને જેમ જેમ જ્ઞાન વધતું જાય છે તેમ તેમ અણુવાદ અને પરમાણુવાદના સિદ્ધાન્તોની ઉપયોગિતા સિદ્ધ થાય છે, સૌથી મોટા અને તાત્કાલિક લાભ તો એ થયો કે કઈ વસ્તુને તત્ત્વ કહેવું એ નિશ્ચિત થયું. ગમે તેવી રીતે તે તત્ત્વ બનાવવામાં આવે તો પણ તેનો પરમાણુભારાંક નિશ્ચિત અને એક સરખો જ હોવો જોઈએ, અને તેથી જેનું વધારે પૃથક્કરણ અથવા વિભાજન થઈ શકે નહિ તે દ્રવ્યોને ખરાં તત્ત્વો ગણવાં. આ તત્ત્વો શોધવાથી અને તેમના અણુભારાંક નક્કી કરવાથી રસાયનવિદ્યામાં પ્રાપ્ત થયેલી ચોક્કસાઈ અને જ્ઞાનરહિત આશ્ચર્યકારક છે. ડૉલ્ટનના પહેલાં પંચ-મહાભૂતની કલ્પના પ્રચલિત હતી: ડૉલ્ટને લગભગ વીસ તત્ત્વોની શોધ કરી હતી; પરંતુ ત્યારપછી હવે લગભગ ૮૨ જાતનાં તાર્ત્રિક દ્રવ્યો સ્વીકારાય છે, રાસાયનિક કાર્યમાં નવી શોધ થતાં અને નવી રીતથી કામ કરતાં નિશ્ચિત ગણાતાં દ્રવ્યોમાંથી પૃથક્કરણ થઈને બીજાં તત્ત્વો મળી આવે છે. કેટલીક વિદ્યુતના અવાહની મદદથી સોડિયમ, પોટાશિયમ અને તેવી બીજી નરમ ધાતુઓની શોધ કરી હતી: ત્યાર પછી સાધારણ માટીમાંથી એલ્યુમીનિયમની શોધ પણ વિદ્યુત અવાહના બળથી થઈ; પ્રકાશના રંગપટના પૃથક્કરણની પદ્ધતિથી રુબીડિયમ સીઝિયમ, થાલિયમ વગેરે નવી ધાતુઓ શોધાઈ છે. તે જ પદ્ધતિથી હીલિયમ, નિયોન, ઝીન્કન, ક્રીપ્ટોન નામનાં વાયવી તત્ત્વોનો પણ નિર્ણય થયો છે; રેડિયમ, અને તેના સંબંધી નવાં તત્ત્વોની શોધ થવાથી પરમાણુની રચના, દ્રવ્ય માત્રનાં બધારણ વગેરે અગત્યના અગ્રો ઉપર નવી જ જાતનો પ્રકાશ પડ્યો છે.



## રાસાયનિક ગુણોમા નિર્ધારિતતા

આ બધાં રાસાયનિક તત્ત્વોના ભૌતિક ગુણો, અને રાસાયનિક ધર્મોમાં કાંઈ પણ નિયમ હશે કે કેમ? અથવા તો ભૌતિક ગુણો અને રાસાયનિક ધર્મો વચ્ચે કાંઈ સંબંધ હશે કે કેમ? અને હોય તો તે કેવા પ્રકારનો? પરમાણુવાદ સુસ્થાપિત થયા પછી આ પ્રશ્નો ધણી વાર પુછવા લાગ્યા. રાસાયનિક તત્ત્વોના પરમાણુભારાંક અને તેમના ગુણધર્મ સાથે કાંઈ પણ જાતનો સંબંધ હોવો જોઈએ એ માન્યતા રાસાયનિકોમાં પ્રચલિત થવા લાગી; અને આ સંબંધને ખારીકાઈથી તપાસીને તેમાંથી કાંઈ નિયમસર વર્ગીકરણ તૈયાર કરવાના પ્રયત્નો શરૂ થયા. ઇ. સ. ૧૮૧૯ માં ડોબરાઇનરે રાસાયનિક તત્ત્વોના ગુણધર્મ પ્રમાણે ત્રિપુટીઓના સમૂહ પાડ્યા હતા. ત્યારપછી ૧૮૬૩-૧૮૬૬ ના વર્ષોમાં ન્યુલેન્ડ નામના અંગ્રેજ રાસાયનિકે આ વિષે ફેટલાએક નિબંધો વાંચ્યા હતા. રાસાયનિક તત્ત્વોને તેમના અણુભારાંક પ્રમાણે ગોઠવવાથી દરેક આઠમા તત્ત્વોના ગુણોમાં સામ્ય દેખાય છે તેથી તેણે સમકના નિયમનું પ્રતિપાદન કર્યું હતું. તે વખતે તેને હસી કાઢવામાં આવ્યો હતો, અને એક સભામાં તેને એમ પણ કહેવામાં આવ્યું હતું કે તત્ત્વોને તેમના નામના પહેલા અક્ષર પ્રમાણે ગોઠવવાથી પણ તેમાંથી કાંઈ નિર્ધારિતતા મળશે! પણ ૨૧ વર્ષ પછી તેની શોધની ખરી કિંમત જણાઈ અને રોયલ સોસાયટી તરફથી ન્યુલેન્ડને સુવર્ણચંદ્રક આપવામાં આવ્યો. આ સંપત્તિનો નિયમ નવા રૂપમાં સ્વતંત્ર રીતે શોધ કરીને મેન્ડેલીફ નામના રશિયન રાસાયનવેત્તાએ ૧૮૬૯ માં પ્રસિદ્ધ કર્યો. રોયલ્ટ બોયલની માફક મેન્ડેલીફ પણ તેના પિતાની સંતતિમાં ચોદમા સ્થાને હતો, પરંતુ તેનો પિતા અધ થવાથી તેનું જીવન કષ્ટમય થયું હતું. (વઘાઃ સંપાદન કરવામાં ધણી હરકત પડવા છતાં અચાગ મહેનત અને તીવ્ર શુદ્ધિથી તેણે રાસાયનિક તત્ત્વોના વર્ગીકરણ અને સમજૂતીમાં.

આવશ્યક પ્રકાશ પાડનાર નિયમોનું પ્રતિપાદન કયું હતું. લાખો રાસાયનિક સંયોજનોના ગુણ અને ધર્મ યાદ રાખવા મુશ્કેલ છે, અને તેમની વિવિધતા અને સંખ્યા સામાન્ય મનુષ્યને ગભરાવે તેવી છે, પરંતુ તે વિવિધતામાં એકતાનું દર્શન કરાવનારી રાસાયનવિદ્યાની સમજૂતીની આવી એ-ડેલીફના નિયમોમાંથી, મળી આવે છે.

**એ-ડેલીફનો નિયમ**

એ-ડેલીફનો નિયમ ટૂંકમાં આ પ્રમાણે વર્ણવી શકાય. રાસાયનિક તત્ત્વોને તેમના પરમાણ્વભારાંક પ્રમાણે ગોઠવવાથી તેમના ગુણ અને ધર્મમાં અમુક પ્રકારની નિયમિતતા અને સામયિકતા\* સ્પષ્ટ થાય છે; તેથી પરમાણ્વભારાંક અને તત્ત્વોના (૧) ગુણધર્મ વચ્ચે સામયિક રીતે સંબંધ છે. એમ કહી શકાય. તત્ત્વોના વર્ગીકરણમાં, (૨) પરમાણ્વભારાંકના નિર્ણયમાં અને તેમાં જૂલયૂક સુધારવામાં તથા (૩) અચાત તત્ત્વોના ગુણધર્મના ભવિષ્યકથનમાં એ ત્રણે કાર્યોમાં આ નિયમ ધણો જ ઉપયોગી થયો છે. તેમાં છેલ્લું કાર્ય તે એક રીતે અમરકારિક ગણી શકાય. કારણ કે નવા તત્ત્વની શોધ થયા પહેલાં તેના ગુણ અને ધર્મનો નિર્ણય કરવો એ સહેલું નથી. પધર્મ તત્ત્વોને અણુભારાંક પ્રમાણે નિયમસર એક કોષ્ટકમાં ગોઠવવાથી કેટલીએક જગ્યાઓ ખાલી રહે છે. તે ખાલી સ્થાન અચાત તત્ત્વોનાં છે એમ ધારવામાં આવે છે. તેમની આગ્રુજાગ્રુનાં તત્ત્વોના ગુણધર્મો ઉપરથી આ અચાત તત્ત્વોના ગુણધર્મોનો નિર્ણય કરી શકાય છે. આ કોષ્ટકમાં સમૂહ+ અને ટ્રેણી+ એ બે જાતના વિભાગ કરવામાં આવ્યા છે: ખાલી સ્થાન એકી ટ્રેણીમાં હોય તો 'એક'-એ સંસ્કૃત પ્રત્યય લગાડીને, અને બેકી ટ્રેણીમાં હોય તો 'દ્વિ'-એ સંસ્કૃત પ્રત્યય લગાડીને, એ-ડેલીફ નવાં રાસાયનિક તત્ત્વોનાં નામ આપ્યાં હતાં. એક સીદ્ધાંત એક-એલ્યુમીનિયમ, એક-ગ્રોથાન, એક-સીઝિયમ, દ્વિ-સીઝિયમ, દ્વિ-ટેલુરિયમ વગેરે અચાત તત્ત્વોના ગુણો, ધર્મો અને પરમાણુ

હતા. તેમનાં પહેલાં ત્રણ તરવેની શોધ મેન્ડેલીફના ભવિષ્યકથન બાદ ૧૫ વર્ષ પછી થઈ હતી. તે છતાં પણ તેમના ગુણધર્મ કાર્ય પ્રમાણે જ નીકળ્યા હતા; એ ત્રણ તરવેનાં નામ ક્રાષ્ટકમાં જર્મેનિયમ, ગેલિયમ, અને સ્કેન્ડિયમ એમ અનુક્રમે આપ્યાં છે. તેમના ભૌતિકગુણો અને રાસાયણિક વર્તન ધારવા પ્રમાણે આબેહૂબ નીકળ્યાં અને તેનું ભવિષ્યકથન ખરું પડ્યું. જેવી રીતે નેપ્ચ્યુન નામના અણત અહની ખગોલમાં સ્થિતિ અને ગતિ પહેલેથી નિર્ણીત થઈ હતી અને નિર્ણીત રચણે તપાસ કરતાં તે અહ શોધી કઢાયો હતો એ ધટનાથી સૈદ્ધાન્તિક ખગોળવિદ્યાની પ્રતિષ્ઠા વધી હતી તેવી જ રીતે આ નવાં તરવેની શોધથી સૈદ્ધાન્તિક રાસાયણવિદ્યાની પ્રતિષ્ઠા વધી. એ લાખ ઉપરાંત રાસાયણિક પદાર્થો અને સંયોજનોના ગુણ અને ધર્મમાં વ્યવસ્થા અને નિયમની શોધ થવાથી રાસાયણવિદ્યાની ગણના એકસ શાઓમાં થવા લાગી. તે છતાં પણ એટલું તો કહેવું પડશે કે મેન્ડેલીફના નિયમ અને ક્રાષ્ટકમાં અપૂર્ણતાને લીધે અને ખીજી દિશામાં અણુરચનાનો અભ્યાસ વધવાને લીધે તેની અગત્ય રહી નથી. પરંતુ આવા નિયમોનું મુખ્ય કાર્ય તો નવા અન્વેષણને ઉત્તેજન આપવાનું અને જૂના જ્ઞાનને સુનિશ્ચિત કરવાનું છે એ દૃષ્ટિએ મેન્ડેલીફનું કાર્ય રાસાયણવિદ્યાના ઇતિહાસમાં ચિરસ્થાયી અને ઉજ્જવળ રહેશે.

પરમાણુભારાંકની સાથે પરમાણુની આંતરરચનાનો શો સંબંધ છે એ વિવેચન અગત્યનું છે. પણ તે વિષય લેતાં પહેલાં તેની સાથે સંબંધ ધરાવતા ભૌતિકશાસ્ત્રવિદ્યાના બીજા વિભાગોના ઇતિહાસની સમાલોચના કરવી આવશ્યક છે.

### જેમ્સ વૉટ

ભૌતિકવિદ્યાના મુખ્ય વિભાગમાં નાદશાસ્ત્ર, પ્રકાશશાસ્ત્ર, વિદ્યુતશાસ્ત્ર અને ચુંબકશાસ્ત્ર-અયમ ગણી શકાય. હવામાં નાદ અને નક્કી કર્યા ભારાંક

પ્રકાશ કેવી રીતે પ્રસરે છે તે ન્યૂટને ખતાબું હતું: પરંતુ તે ઉપરાંત તેમનાં આદેશનો, વિવિધ સૂરો અને સંગીતની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થાય છે તેની સમજૂતી પાછળથી મળી હતી. ઉમાશાસ્ત્રની શોધોમાં સાધારણ જનસમાજને જરા વધારે રસ પડે તેમ તેથી તેમાંની એકને આ રથળે વિગતથી ચર્ચવાની જરૂર ધારી છે. બાબ-  
વરાગ-ના ગુણો સંબંધી ખલ્લેક નામના ગદ્યાસંગોના રસાયનવિદ્યાના અધ્યાપકનું કામ સૈદ્ધાન્તિક અને ઔદોગિક બને દૃષ્ટિએ ધણું અગત્યનું છે. બરફનું પાણી યતાં અને પાણીની વરાળ યતાં ઉમાનો અમુક ભાગ લુપ્ત થાય છે એ તેણે અનેક રીતે સિદ્ધ કર્યું હતું. બરફ અને પાણીને ભેગાં રાખીને નીચેથી તપાવવામાં આવે તોપણ જ્યાં સુધી બરફનો ટુકડો પણ હશે ત્યાં સુધી આ પાણીની ઉમાનું માપ ૦°C કરતાં વધશે નહિ; તેવી જ રીતે પાણીને ખૂબ ગરમ કરીને ઉકાળ્યા પછી અને તેમાંથી વરાળ નીકળ્યા પછી પણ વધારે ગરમ કરવાથી પાણીનું ઉમામાપ ૧૦૦°C કરતાં વધારે ઊંચું ચઢશે નહિ. આ ઘટનાનું કારણ શોધતાં ખલ્લેકેને લાગ્યું કે વધારાની ઉમા લુપ્ત થઈ જાય છે; અને તેવી જ રીતે વરાળ-બાબ-નું પાણી યતાં તેમાંથી આટલી ઉમા બહાર પડે છે. આ શોધ તેના મિત્ર વૉટને બહુ ઉપયોગી થઈ પડી; કારણ કે તે સમયે વૉટ એક જૂના વરાળચંત્રની મરામતનું કામ હાથમાં લીધું હતું. વૉટ (૧૭૩૬-૧૮૧૯) નાનપણમાં આજસુ, રમતિયાળ અને મદિયો હતો. તેનું ચિત્ત ભણવામાં ન હતું. ચદાહનીમાંથી નીકળતી વરાળને ચમચાવતી દાખી જેવાના પ્રયોગ જેવી રમત કરવામાં તેનું ધ્યાન રહેવાથી તેની આ તરફથી ઠપકો મળતો દર્શાવનારું ચિત્ર પ્રસિદ્ધ છે. મોટા યથા પછી નાનાં મોટાં યંત્રો અને ખાસ કરીને ખગોળ અને ગણિતનાં યંત્રો બનાવવાનું કામ તે કરતો અને તેની જુદી અને યાંત્રિક જ્ઞાન એટલાં તો ખીટ્યાં હતાં કે ત્યાંની યુનિવર્સિટીના ધણા અધ્યાપકો તેની પાસે વિવેચન અને વાતો કરવા જતા. આવ

એક પ્રસંગે બેલ્કની શોધ ઉપર વિચાર કરતાં વૉલ્ટને લાગ્યું કે જૂની પદ્ધતિનાં વરાળયંત્રોમાં માયાદૃષ્ટ અને બ્યથ' બ્યથ બહુ દર્તા; પીસ્ટન બેંચો ગયા પછી તેને નીચે લાવવાને માટે આખું વરાળયંત્ર સીલી'ડર ઠંડુ કરવું પડતું હતું તેમાં ઉંમરનો નાશ થતો હતો—એક રતલ વરાળને ઠંડી કરવામાં છ રતલ પાણીની જરૂર પડે છે તે જાણીને આ સીલી'ડરને ઠંડુ કરવાને બદલે તેમાંની વરાળ બીજા વાસણમાં લઈ જઈને ઠંડી કરવામાં આવે તો તેમાં ઉંમરનો બચાવ થાય, બળતણનો બચાવ થાય, અને યંત્ર અનુકૂળ વગર વધારે સારી રીતે ચાલી શકે. આ શોધનો લાભ લઈને વૉલ્ટ અને તેના જેવા જ ઉદારચિંતકો તેના ભાગીદાર બોલ્ટને નવી પદ્ધતિનાં વરાળયંત્રો બનાવવાં શરૂ કર્યાં, વૉલ્ટે વરાળયંત્રનું શોધન કર્યું નથી પરંતુ તેમાં સુધારા દાખલ કર્યા છે એ વાતથી તેના કાર્યની મદદતા બોલી થતી નથી. કારણ કે તેની શોધ વગર વરાળયંત્રોથી આગગાડીઓ, કાપડ સુતરનાં કારખાનાં અને વહાણો સ્તંભરે ચલાવી શકાત નહિ અને નવા ઔદ્યોગિક પરિવર્તનનાં બીજાંકરો ઉદ્ભવી શકત નહિ.

### બેન્ગમીન ફ્રેંકલીન

ઉંમરગણતરી કરતાં વીજશાસ્ત્રથી આ ઔદ્યોગિક પરિવર્તનમાં બોલ્ટું કાર્ય થયું નથી. બેન્ગમીન ફ્રેંકલીન (૧૭૦૬-૧૭૯૦) એક ચરખીના વેપારીનો છોકરો હતો. તેણે નાનપણમાં ધણી હાડમારી વેઠ્યા પછી તેના બાઈના ત્રાસથી નાસીને જુદું જીવખાતું શોધ્યું હતું. તેને ૪૦ વર્ષની ઉંમર સુધી વિજ્ઞાનમાં નવી શોધ કે નવું કામ કરવાને દુરસદ મળી ન હતી, જે કે તેટલા વર્ષ સુધીમાં તેણે ખાત, મહેનત અને અભ્યાસથી યાન મેળવવાતું કામ ચાલુ રાખ્યું હતું. પદાર્થ વીજમય થાય છે ત્યારે તેમાં ધન અથવા ઋણ જાતની વીજ કાર્યથી આવે છે તે સમજાવવા માટે બે જુદી જાનના પ્રવાહને બદલે એક જ પ્રવાહની કલ્પના તેણે સિદ્ધ કરી હતી. પરંતુ તેનું એક મોટું કાર્ય તો આકાશમાં થતી વીજળીના ચમકારા અને

સાધારણ ક્રિયાથી ઉત્પન્ન કરવામાં આવતી વિદ્યુત એ એક જ છે તે સિદ્ધ કરવાનું હવું. આ વાત આપણને એત્યારે તો સ્વતઃસિદ્ધ લાગે છે, પરંતુ તે વખતે લાંડનની રોયલ સોસાયટી ઉપર આ વિષે લેખ મોકલ્યો ત્યારે તેની હાસી કરવામાં આવી હતી. તેણે એમ પ્રતિપાદન કર્યું હતું કે (૧) વીજળીના ચમકારા અને વિદ્યુતના તણખા બંનેના પથ વાંકચૂંકા હોય છે. (૨) વીજળી અને વિદ્યુત એ બંનેથી વસ્તુઓ બળી જાય છે. (૩) બંનેથી ધાતુઓ ઓગળી જાય છે અને બંનેથી પ્રાણીઓ મરી જાય છે. (૪) જેમ અણુ-વાળા પદાર્થો તરફ વિદ્યુત એકઠી થાય છે.—આકર્ષાય છે, તેમ જ વીજળી મિનારાઓ, ઝાડની ટોચ ઉપર અને પર્વતના શિખર ઉપર પહેલી પડે છે. આ પ્રમાણે ગુણો સરખા હોય તો પછી આકાશની વીજળી અને કૃત્રિમ વિદ્યુત બંનેનું અતિમ સ્વરૂપ એક જ હોવું જોઈએ; અને જેવી રીતે વિદ્યુત તાંબાના તાર કે સળિયામાં જલદીથી સંવહન કરે છે તેવી જ રીતે આ આકાશી વીજળીને પણ તાંબાના સળિયા વતી જમીનમાં ઉતારી દેવામાં આવે તો દર વર્ષે મકાનોને અને બીજી વસ્તુઓને યત્ન નુકશાન બચાવી શકાય. પરંતુ આ વિચાર તે સમયે રોયલ સોસાયટીના વિદ્વાન સભ્યોને ગમ્યો નહિ. અને ઊલટું ફ્રેન્કલીનની મશ્કરી મળી. પણ આથી નિરાશ ન થતાં અત્યક્ષ પ્રયોગ કરીને આકાશની વીજળી નીચે લાવવાને માટે તેણે તૈયારી કરી: રેશમી કપડાનો ટુકડો કરતાં પણ મોટો પતંગ બનાવી તેને ઉપરના છેડે અણુવાળો લોખંડનો ટુકડો જડીને સાધારણ સુતરની દોરી વતી આ પતંગ એક તોફાની અને વર્ષાદિવાળી સવારે ઊંચે આકાશમાં ચડાવ્યો. આ દોરીને છેડે એક કૂચી બાંધી અને કૂચીના છેડા ઉપર રેશમી દોરો બાંધ્યો કે જેથી એકરી થયેથી વીજળી નાસી જાય નહિ. આ પ્રમાણે તૈયારી કરીને અને પતંગની દોરીને ઝાડે બાંધીને ફ્રેન્કલીન અને તેનો છાકરો એકાંતમાં બેઠા. થોડીવાર પછી સખત ઝાપટું આવ્યું, દોરી અને

પતંગ બીનાં ચર્મ ગયાં, અને એકાદ બે વીજળીના ચમકારા થયા.. પછી દોરી ઉપરની રુવાંટી ઊભી થઇ ગઇ. ક્રેન્કલીને સંતોષ થયે; કે તેનો પ્રયોગ સફળ થયો હતો. કૂચીને પોતાની આંગળી લગાડતાં તેમાંથી તણખો નીકળ્યો અને થોડીવાર પછી તેણે કૂચીમાંથી તેના શરીરમાં વિદ્યુતના તણખા બેસાડે હવે બંનેને શેષલ સોસાપટીના સભ્યો હસે અથવા હાંસી કરે, પરંતુ ક્રેન્કલીને આકાશની વીજળીને નીચે ઉતારી હતી, અને આ વીજળીનું અને કૃત્રિમ વિદ્યુતનું સ્વરૂપ અને ગુણ એક જ છે એ સિદ્ધિ કયું હતું. ત્યારપછી, તેના ધરમાં આ વીજળી આકાશમાંથી ભેગી કરવાનું યત્ર બનાવ્યું હતું; અને તે શેષ પછી જ મોટાં મકાનોની ટાચને ત્રાંબાની પટ્ટીથી મઢીને વીજળીના કોપથી રક્ષિત કરવાનો રિવાજ શરૂ થયો છે. ગેલ્વેની અને વોલ્ટા

જે સમયમાં ક્રેન્કલીને આકાશની વીજળી અને કૃત્રિમ વિદ્યુત (જે કાય અને રેશમ અથવા આમકું ધસવાથી, અથવા તો લાખ્ત્ર યા ફેરવે અને ઊન ધસવાથી ઉત્પન્ન થાય છે) એ બે એક જ પ્રકારની છે તે સિદ્ધિ કયું, તે જ સમયે ગેલ્વેની (૧૭૩૭-૧૭૯૮) - એ પ્રાણીઓમાં રહેલી પ્રાણીજ વિદ્યુતની અને વોલ્ટાએ (૧૭૪૫-૧૮૨૭) ધાતુઓમાંથી નીકળતી ધાતુજ વિદ્યુતની શોધ કરી હતી. આ પ્રમાણે દેડકાના પગના મજ્જાતંતુઓ બહારના કોઈ પણ સંસ્કાર સિવાય વિદ્યુતપ્રવાહને ઉદ્ભાવી શકે છે; વોલ્ટાએ જસત અને ત્રાણુ એ બે ધાતુના કકડાને સાથે રાખવાથી તેમાંથી વિદ્યુત-પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે એ બતાવી આપ્યું હતું. જીભની ઉપર અને નીચે ત્રાંબાનો પૈસો અને જસતનું ગોળ ચકતું સાથે રાખવાથી આ વિદ્યુતપ્રવાહનો અનુભવ આપણને મળી શકે છે; આ વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રાણીમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે કે ધાતુમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે તે વિષે ગેલ્વેની અને વોલ્ટા વચ્ચે ધણો વિવાદ થયો હતો; પરંતુ તેઓ બંને ખરા હતા અને બંને બંનેની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થઈ શકે.

છે તે વાત પછીથી સિદ્ધ થઈ હતી. વૅડ્ડાની શોધનો ખાજીથી ધણી રીતે વિકાસ થયો છે. બે ધાતુની વચ્ચે ફક્ત પાણીને બદલે તેમજબવાણું પાણી રાખવામાં આવે તો આ વિદ્યુતપ્રવાહ સહેલાઈથી પ્રદીપ્ત થઈ શકે છે: તેમાં પણ બે ધાતુના એક કોષને બદલે આરી કોષમાલા તૈયાર કરવામાં આવે તો તેમાંથી એટલો બધો પ્રબળ પ્રવાહ નીકળી શકે છે કે તેમાંથી તણખા અને પ્રકાશ પણ દેખાય છે. આ શોધમાંથી હાલના જમાનાના વીજળીના દીપક અને વીજળીના તારવાળા અને તાર વગરના ટેલીગ્રાફ અને ટેલીફોનની શરૂઆત થઈ છે: ત્યાર પછી વીજળી મેળવવાનાં યંત્રો અને વિદ્યુતની અનેક શોધ અને અન્વેષણ થયાં છે, પરંતુ વીજવિદ્યાના આજ ઉપાસકોમાં નકસીન, ગેલ્વેની અને વૅડ્ડાનાં નામ બહુ જીવાં બોધ્યે નહિ.

**વીજવિદ્યાનાં સૈદ્ધાન્તિક પરિણામો**

વીજવિદ્યાના અભ્યાસથી મનુષ્યને અનેક લાભ થયા છે. આધિભૌતિક સુખ અને આરામ, દીપક અને પંખાઓ, તારના સંદેશા, ટ્રામ, ગાડી અને વ્યવહારનાં સાધનો, ઔદ્યોગિક બળ વગેરે અનેક પરાક્રમોથી વીજવેતાઓએ જનસમાજને ઉપકૃત કર્યો છે. પરંતુ આ લાભના કરતાં મનુષ્યની અંતિમ સત્ય શોધવાની મહત્વાકાંક્ષાને સંતોષનારી સૈદ્ધાન્તિક શોધની કિંમત ધણી જ વધારે છે. દ્રવ્યનું બંધારણ કેવા પ્રકારનું છે, એ પ્રાચીન પ્રશ્નનો ઉત્તર છેલ્લા ત્રીસ વર્ષમાં જે સફળતાથી મળ્યો છે તેનું એક કારણ વીજવિદ્યાનો જીંડો અભ્યાસ છે. અણુવાદ પ્રાચીન સમયથી પ્રચલિત છે પરંતુ તેનું ભૌતિક દૃષ્ટિએ સમર્થન અને આ અણુનું રચન દર્શન, વીજવિદ્યાના અભ્યાસ પહેલાં અશક્ય હતું. ઈ. સ. ૧૮૯૫ પહેલાં જ્ઞાનની સરકદ બંધાઈ ગઈ હોય એમ લાગતું હતું, અને તે વખતે કોઈ પણ સિદ્ધાન્તો નવા શોધવાના બાકી રહ્યા હોય એમ દેખાતું ન હતું. પરંતુ થોડો જ સમયમાં પ્રાણીના દ્રવ્યમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થવાથી થતા ફેરફારો, વાયુની નળીઓમાંથી



વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતાં તેમાંથી નીકળતા રેન્જન કિરણો, કેથોડ કિરણો, ક્ષ-કિરણો, અને રેડિયમની શોધ અને તેમાંથી નીકળતાં કિરણો અને ઉપરનાં કિરણોનું સામ્ય-એ બધી ઘટનાઓના અભ્યાસથી દ્રવ્ય અને વિદ્યુતના સ્વરૂપ અને બધારણ વિષે વિદ્વાનોના વિચારો બદલાઈ ગયા અને લગભગ દસ વર્ષમાં આ વિષયમાં વિશ્લેષણ પરિવર્તનનો અનુભવ થયો.

### જલમય દ્રવ્યમાં વિદ્યુતનો પ્રવાહ

જુદા જુદા રાસાયણિક પદાર્થોને પાણીમાં ઓગાળીને આ દ્રવ્યમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થવાથી રાસાયણિક પદાર્થોના ધન અને ઋણ એ બે ભાગ પડી જાય છે. ત્રાણું, રૂપું કે સોનું એમાંથી કાઢપણુ ધાતુના ક્ષારનું પાણીમાં દ્રવ્ય લઈને તેમાંથી વીજ-પ્રવાહ પસાર કરવાથી ઋણ છેડા ઉપર આ ધાતુ છૂટી પડે છે, આનો ઉપયોગ ટોળ ચઢાવવામાં થાય છે ઋણ તારા ઉપર આ ધાતુઓ ચઢતી હોવાને લીધે એમ સિદ્ધ થાય છે કે આ ધાતુઓના કણો ઉપર ધનવિદ્યુત લાગેલું હોવું જોઈએ; આ વીજવાળા જલમય કણોને “આયન” નું નામ આપવામાં આવે છે. “આયન” એ પ્રકારનાં હોઈ શકે-ધન અને ઋણ. ક્ષારોના દ્રવ્યના વર્તનની સમજૂતી માટે આ “આયોનિક” સિદ્ધાન્ત ધણો જ ઉપયોગી થઈ પડ્યો છે. સાધારણ મીઠાનું રાસાયણિક નામ સોડિયમ ક્લોરાઈડ કહેવાય છે, તેના દ્રવ્યમાં વિદ્યુતપ્રવાહ દાખલ કરવામાં આવે તો ધન છેડા ઉપર ક્લોરીન વાયુ તાર્કિક રૂપમાં છૂટો પડશે અને ઋણ છેડા ઉપર સોડિયમ ધાતુ છૂટી પડીને તેનું ઉપાતર થઈ જશે, આ પ્રમાણે થયેલું દ્રવ્ય તેમાંના ક્લોરીનને લીધે કાર-ખાનાઓમાં નિખાર કાઢવાને માટે-બ્લીચીંગ માટે-વપરાય છે. આ “આયનો” નરી આખે જોઈ શકાય છે; ત્રાપાના “આયનો” નો રંગ લીલાશ પડતો હોય છે, તેની જ રીતે દેખાઈતી “આયનો” અને કેમેટના “આયનો” ની ગતિ તેમના રંગને

લીધે સ્પષ્ટ જોઈ શકાય છે. આ “આયનો” અને અણુવાદના પરમાણુમાં ફેર એટલો જ કે આ “આયનો” ઉપર વિદ્યુત લાગેલું હોય છે અને તે પાણીના દ્રવણમાં જ રહી શકે છે.

**વાયુમાં વીજનો પ્રવાહ**

પાણીનાં દ્રવણોમાંથી વીજપ્રવાહ પસાર થવાથી જેવાં “આયનો” ઉત્પન્ન થાય છે તેવાં જ “આયનો” વાયુમાંથી આ પ્રવાહ પસાર થવાથી ઉત્પન્ન થાય છે. આવાં “આયનો” સિવાય વીજનો પ્રવાહ પાણી કે વાયુમાં થઈને પસાર થઈ શકે જ નહિ. કારણ કે તે ખંતે વસ્તુઓમાં વીજપ્રવાહ પસાર કરવાની શક્તિ છે જ નહિ. જેમ દ્રવણમાં ધન અને ઋણ જાતનાં “આયનો” જુદા જુદા છે તે છૂટા પડે છે તેવી જ રીતે વાયુમાં વિદ્યુત પસાર કરવાથી લગભગ તેવી જ ધટના જેવામાં આવે છે. વાયુનું દબાણ ઓછું કરવાથી ધન છેડેથી અને ઋણ છેડેથી જુદા જુદા જાતનાં કિરણો દેખાય છે. ધન છેડેથી નીકળતાં કિરણોમાં ધનવિદ્યુત હોય છે; તેઓ ફક્ત સીધી દિશામાં જ જઈ શકે છે, પણ વિદ્યુત અને ચુંબકતત્ત્વની અસરથી આ દિશા બદલી શકાય છે. આ વિપથમગ્ન માપવાથી તેમની ગતિ અને ધનતાનું માપ લઈ શકાય છે, તે ઉપરથી એમ સિદ્ધ થયું છે કે આ ધનકિરણો છૂટક પરમાણુઓનાં ખતેલાં હોય છે અને આ રીતે તેમના પરમાણુભારાકનો નિર્ણય થઈ શકે છે; આ પ્રમાણે પરમાણુના પ્રત્યક્ષ દર્શનનો-જેવાનો નહિ તે તેમના ગુણો અનુભવવાનો લાભ મળે છે.

**દ્રવ્ય વીજમય છે.**

ઋણ છેડા ઉપર નીકળતાં “કેથોડ કિરણો” વધારે વિવેકશીલ છે. આ કિરણો સંગીન વસ્તુઓ ઉપર પડે છે ત્યારે તેમાંથી રેતજાત કિરણો અથવા ક્ષ-કિરણો નીપજે છે. ધન કિરણોમાં ધન વીજવાળાં પરમાણુ હોય છે, તેમ આ ઋણ કિરણોમાં ઋણ વીજવાળાં વીજાણુઓ હોય છે. તેઓ પણ ફક્ત સીધી દિશામાં

જાહેર છે: અને વિદ્યુત અને ચુંબક ક્ષેત્રની અસરથી તેમના પથની દિશા બદલી શકાય છે. આ વિષયગમનના માપથી એમ સિદ્ધ થયું છે કે આ ઋણકિરણો છટક વીજઅણુઓના બનેલા હોય છે. તેમની ગતિ મેકન્ડના ૧૮૦૦ માં પ્રયોગો જોટલી એટલે પ્રકાશનાં કિરણોના કરતાં દસમા ભાગ જેટલી જ છે અને તેમનું વજન ધણું જ હલકું છે. સર્વથી હલકા ગણાતા હાઇડ્રોજન (જલવાયુ), જેનો અણુભારાંક એક જ ગણાય છે તેના આંસોમા ભાગ જેટલું જ તેનું વજન છે. ધનકિરણોમાં મળી આવતા ૧૨માણુઓના ગુણો, અને પરમાણુભારાંક પ્રયોગમાં વપરાયેલા વાયુની સાથે બદલાય છે, પરંતુ ઋણકિરણોના વીજઅણુઓ તો નિશ્ચિત અને નિર્વિકાર સ્વરૂપનાં છે. ગમે તે વાયુ વપરાય અને ગમે તેવી રીતે પ્રયોગ કરવામાં આવે તો પણ આ ઋણકિરણોમાં વીજઅણુનું સ્વરૂપ સ્થાયી રહે છે. બધાં રાસાયણિક તરવોમાં આ વીજઅણુ રહે છે અને તેમનામાં રહેલો વિદ્યુતનો અંશ એ ઋણ વિદ્યુતનો નાનામાં નાનો અંશ-એકમ હોવો જોઈએ એમ સિદ્ધ થાય છે. આ વીજઅણુ એક ધણી જ વિલક્ષણ વસ્તુ છે: તે દ્રવ્યમાત્રના તેમ જ શક્તિના અતિમ બંધારણનું કારણ છે-વિસ્તરણનાની અતિમ ધટા છે-એમ કહી શકાય. આ વીજઅણુની ગતિ વધારીએ તો તેનું વજન-ધનતા\* પણ વધે અને તેથી દ્રવ્યના વજનમાં આ વિદ્યુતનો ભાગ નાનો ન કહી શકાય. કેટલાએક વૈજ્ઞાનિકો તો એમ કહે છે કે આ વીજઅણુ દ્રવ્ય અને શક્તિની એકતા દર્શાવે છે. પછી ત્યારે તમારે વિશ્વને કેવળ જડ દ્રવ્યનું બનેલું અથવા તો કેવળ વીજમય શક્તિનું બનેલું ગણવું હોય તો ગણો.

-

### રેડિયમવિદ્યા

આ સંબંધમાં રેડિયમની શોધ અને તેમાંથી નીકળતા

નિઃસરણ (એમેનેશન) વગેરેનો અભ્યાસ ધણો જ રસમય અને ઉપયોગી છે. ૧૮૯૬ થી ૧૮૯૮ ના વર્ષોમાં આ સંબંધી મુખ્ય શોધખોળ થઈ હતી. તેમાં માદામ ક્યુરી નામના ફ્રેન્ચ સ્ત્રીવૈજ્ઞાનિકને હાથે થયેલી રેડિયમ તત્ત્વની શોધ એ અત્યંત મહેનત અને પ્યારીક નિરીક્ષણનું પરિણામ હતું. ત્યારપછી રેડિયમમાંથી નીકળતા નવા પદાર્થો તત્ત્વોની શોધ પ્રતિવર્ષે થતી આવે છે. રેડિયમમાંથી ઉત્પન્ન થતા પદાર્થોમાં વાયુમય નિઃસરણો ધણા જ અગત્યનાં છે. આ વાયુમય નિઃસરણો આલ્ફા, બીટા, ગેમા કિરણો વગેરે નામોથી ઓળખાય છે; તેમાંથી બે જાતનાં કિરણો ઉપર વર્ણવેલા ધન- અને ઋણ-કિરણોને મળતાં આવે છે. તેમના ગુણો અને વર્તનથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે ઋણકિરણો ઋણ વીજભૂઓનાં બનેલાં હોય છે અને ધનકિરણો ધન પરમાણુઓનાં બનેલાં હોય છે. ધનકિરણોમાં હીલિયમ વાયુના પરમાણુ હોય છે એમ સિદ્ધ થયું છે. હવે રેડિયમમાંથી આ પ્રમાણે ઋણ વીજભૂઓ અને હીલિયમની નિષ્પત્તિ થાય છે તે વખતે મોટા રાસાયણિક ફેરફાર થાય છે અને તેમાંથી એટલી બધી ઉષ્મા નીકળે છે કે જે લાગ્યે બીજા કોઈપણ રાસાયણિક કાર્યમાં ઉદ્ભવતી હોય; આ રેડિયમમાંથી નીકળતાં તત્ત્વોનો અને સ્વતઃ રેડિયમ જે બીજા તત્ત્વોમાંથી બની શકે છે તેમના સંબંધ ધણો જ વિચક્ષણ છે; યુરેનિયમ નામના મૂળતત્ત્વમાંથી નવાં મૂળતત્ત્વો બને ■ એ ધટના રસાયણશાસ્ત્રના સાધારણ સિદ્ધાન્તોથી તદ્દન નવા જ પ્રકારની છે. સર વીલિયમ કેમ્સેએ ન્યારે રેડિયમમાંથી હીલિયમ ગેસ બને છે એ શોધ કરી, ત્યારે તેને એક તત્ત્વમાંથી બીજું તત્ત્વ પેદા થાય છે એ વિચાર જ એટલો બધો વિશ્લેષમય લાગ્યો હતો કે તે શોધ ફરી ફરીને તપાસીને ખાતરી કર્યા પછી જ બહાર પાડી હતી, હવે આ ધટનાઓની સમજૂતી સારી રીતે મળી ગઈ છે અને રેડિયમ અને તે સમૂહનાં તત્ત્વો સ્થાયી નથી પરંતુ તેમના પરમાણુઓ સહેલાઈથી

વિભાજિત થઈ શકે છે એમ મનાય છે. આ પરમાણુભંગવાદ બધી જાણીતી ખાતમીની સમજૂતી આપી શકે છે. રેડિયમ સમૂહના તત્ત્વોના પરમાણુઓમાંથી એકાદ પરમાણુ દરેક કલાકમાં વિભાજિત થાય છે; આ વિભાજનમાં ધણી જ ઉષ્માશક્તિના આવિર્ભાવની સાથે હીલિયમ નામનો વાયુ છૂટા પડે છે અને તેની સાથે નર્વા તત્ત્વો બને છે. હીલિયમનો પરમાણુભારાંક ૪ છે, અને હીલિયમના એક અથવા બે પરમાણુ છૂટા પડવાથી નર્વા તત્ત્વોનો આવિર્ભાવ થાય છે તે નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય:

હીલિયમના બે અણુ=૮	હીલિયમનો એક અણુ=૪	હીલિયમના ચાર અણુ=૧૬
યૂરેનિયમ, ૨૩૮.૫	રેડિયમ, ૨૨૬.૫	પોલોનિયમ— ૨૧૦.૫

નર્વા તત્ત્વોની નીચે તેમના પરમાણુભારાંક દર્શાવવામાં આવ્યા છે અને તે દરેકની વચ્ચે ચાર અથવા ચારના ગુણાકાર જેટલું અંતર રહે છે. એમ ગણતરી કરવામાં આવી છે કે રેડિયમનું અમુક વજન આવી રીતે અઢી હજાર વર્ષમાં અડધું થઈ જશે. તે દરમિયાન તેમાંથી અગણિત શક્તિનો આવિર્ભાવ થઈ જશે અને તેમાંથી કેટલાએક નવા પદાર્થો અને તત્ત્વો નીપજશે. રેડિયમમાંથી હીલિયમ અને ત્રાંશુ બને છે એ ઘટના ધણી જ આશ્ચર્યજનક ગણી શકાય. ત્રાંશુમાંથી રૂપ, અને રૂપમાંથી સોનું, અને પારામાંથી સોનું બનાવવાને પારસમણિ શોધવાને કીમિયાગરો અનેક દેશોમાં હજારો વર્ષોથી નિષ્ફળ મહેનત કર્યા કરે છે; પરંતુ રેડિયમનાં સ્વયંજૂ રૂપાંતરો જોઈને કીમિયાગીરીની શક્યતા વિષે કાર્થિક આશા ઉપજી છે. પારાના અને સોનાના અણુભારાંકમાં બહુ ફેર નથી. પારાના પરમાણુભારાંક (૨૦૦.૬) અને સોનાના પરમાણુભારાંક (૧૯૭.૧) વચ્ચે ફક્ત ૩.૪નો ફેર છે: આ ફેર લગભગ હીલિયમના પરમાણુભારાંક (૪) ના જેટલો છે.

અને તેથી રેડિયમ સમૂહના પરમાણુભંગ પ્રમાણે પારદર્શકતા સેતુ' બની ચક્રવાત સંભવ બોલા નથી. ૧૯૨૬ ની આખરમાં નવી શોધ બહાર આવી હતી કે હાયડ્રોજનમાંથી હીલિયમ પ્રાપ્ત થઈ શકે છે. ૧૯૪૬ માં શોધ પ્રસિદ્ધ થઈ છે કે પારાની ખારીક દિલ્હી જેવી પાતળી સપાટી ઉપર અતિગતિમાન અણુઓને ફેંકવાથી તેમાંથી સેતુ' બને છે: આ પ્રમાણે કીમિયાગરોનાં સ્વપ્નાં સાચાં પડ્યાં છે, પરંતુ તે પ્રમાણે સેતુ' બનાવવાનું બહુ મોઢું પડે, અને તે ઉપરાંત અર્વાચીન ભૌતિક વિજ્ઞાનીઓ આ ધંધા કરતાં વધારે અગત્ય દ્રવ્યની રચના સંબંધી જ્ઞાન મેળવવાને આપે છે.

એક તત્ત્વમાંથી બીજાં તત્ત્વોનું રૂપાંતર થાય છે, એ ધટનાને ક્ષીય તત્ત્વની વ્યાખ્યાને મૂકી જ ફેરવવી પડશે. અને તેના બીજાં કારણો પણ છે. એક જ તત્ત્વ જુદાં જુદાં રૂપમાં રહી શકે છે એ આપણે જાણીએ છીએ પરંતુ એક જ પરમાણુભારોકવાળાં જુદાં જુદાં તત્ત્વો હોઈ શકે છે એ ધટના પણ બહુ વિચિત્ર છે. તદ્વચ્ચીત્ર અને તદ્વચ્ચની + એ નવી જાતનાં તત્ત્વોની શોધથી દ્રવ્યના બંધારણ અને પરમાણુની રચના વિષે નવું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું છે. હાયડ્રોજનના સાધારણ ૭ હજાર પરમાણુઓમાં એક જ પરમાણુ આવું ભારે હોય ■ અને તેના પરમાણુભારોક એક નહિ પણ બે હોય છે. તેવા ભારે હાયડ્રોજનમાંથી ભારે પાણી બને છે; અને આ ભારે પાણીની ધનતા ૧૧૦૦, ઊકળવાનું બિંદુ ૧૦૧.૪, અને ઠરવાનું બિંદુ ૩.૮૦—સાધારણ પાણીની ધનતા ૧૦૦૦, ઊકળવાનું બિંદુ ૧૦૦.૦ ઠરવાનું બિંદુ ૦.૦ છે તેના કરતાં જુદાં—જાણ્યું હોય છે અને આ ભારે પાણી પ્રાણીજીવનને તુકસાન કરે છે.

રેડિયમ અને પરમાણુવાદ

રેડિયમની શોધથી પરમાણુવાદ તૂટી જતો નથી. દ્રવ્યના

× Isotope + Isobare

નાનામાં નાના કણ તરીકે અણુની કલ્પના વાયુની ગતિ અને આવૃત્તિ વગેરેની તપાસમાં ઉપયોગી થઈ છે. તેવી જ રીતે રાસાયણિક તત્ત્વોના નાનામાં નાના કણ પરમાણુ છે એ કલ્પના ધણી જ ઉપયોગી અને ફલપ્રદ છે. રેડિયમની શોધથી એટલું થયું કે આ પરમાણુઓ જે અવિભાજ્ય ગણાતા હતા તેમનાં આ કણોને અપના મળ્યા છે. તે છતાં સાધારણ રાસાયણિક સંયોજનમાં પરમાણુ એ સંયોજનના એકમ છે અને આ સંયોજનમાં પરમાણુભારાંક વિના એકસ ગણતરી થઈ શકે નહિ. વળી રેડિયમ સમૂહનાં અસ્થિર ગણાતાં તત્ત્વોના પણુ પરમાણુભારાંક સુનિશ્ચિત છે. આ પ્રમાણે પરમાણુવાદમાં જરા ફેરફાર થવા છતાં પણ મૂળ સિદ્ધાન્ત કાયમ રહ્યો છે. એટલું જ નહિ પણ રેડિયમ ક્રિયાના અભ્યાસથી પરમાણુની રચના અને પરમાણુના કણો વિષે વધારે ખાતરી થતી જાય છે. આણુનું કદ એટલું નાનું છે કે તેનો તકરૂર પણ આપણાથી થઈ શકે નહિ. એક ઇંચનો ત્રીસ કરોડમો ભાગ આપણાથી નોંધ શકાય તો આપણને આણુનો ખ્યાલ આવે. આણુના કરતાં પરમાણુ પણ ધણા જ નાના હોય અને તેથી તે નોંધ શકાય નહિ. પરંતુ હીલિયમ વાયુના કણો નોંધ શકાય એવી ઘટના રેડિયમ-ક્રિયાની શોધખોળમાં મળી આવી છે. હીલિયમના પરમાણુઓ રેડિયમમાંથી છૂટા પડે છે તે વખતે તેમનામાં ધનવીજનો અંશ હોય છે. આ ધનવીજથી હીલિયમના પરમાણુઓની ગતિનું આપણને જ્ઞાન થઈ શકે છે.

ભૌતિકશાસ્ત્રમાં અજાણ શોધો થઈ છે. આણુ, પરમાણુ અને વીજાણુની ઉત્પત્તિ, અને પદાર્થ સંબંધી અને તેમાંથી પ્રોટોન, પોઝીટ્રોન, મેસીટ્રોન, ન્યૂટ્રોન, યુટ્રોન, વગેરે અગત્યના નવા સૂક્ષ્માણુઓ, અને વિશ્વરક્ષિત જેવાં નવા પ્રકારનાં કિરણો અને અણુબોમ્બની શોધ એ પણ વિશ્વવકારક શોધો ગણી શકાય.

હવેની શોધો પ્રમાણે દ્રવ્યમાત્ર બે પ્રકારના પરમાણુઓનું બનેલું

છે એમ ગણાય છે, તે ખાતે જડ નહિ પણ વીજમય હોનાથી હવે દ્રવ્યને જડ કહી શકાય નહિ, દ્રવ્યમાત્રમાં ધન અને ઋણ વીજ સરખા પ્રમાણમાં હોવાને લીધે આ વીજમય દ્રવ્ય કહેવને જડ જેવું લાગે, પણ અંદર તો ધનવીજ વાળો ભાગ, પ્રોટોન અને ઋણવીજ વાળો ભાગ, વીજાણુ-ચેતનમય હોવા છતાં સંપીને રહે છે. પ્રોટોનના કણ વધારે ભારે-વીજાણુ કરતાં લગભગ ૧૮૪૭ ગણા ભારે હોય છે. વળી પરમાણુમાં પ્રોટોન અને વીજાણુની ગોઠવણુ નિશ્ચય હોય છે પ્રોટોનના કણ અને અડધા વીજાણુઓના કણ સંઘટિત થઈને મધ્યમિંદુમાં રહે છે: અને બાકીના અડધા વીજાણુઓ સૂર્યની પ્રકાશિણા કરતાં મહોની માફક ફરતા રહે છે. આ છૂટા વીજાણુઓની સંખ્યા ગણી શકાય છે અને તેના ઉપરથી પરમાણુભારાંકની સંખ્યા નક્કી થાય છે. સાધારણ મીઠામાં રહેલા ક્લોરીનની રચના ગણવા જેવી છે, તેમાં ૩૫ પ્રોટોન અને ૩૫ વીજાણુઓ હોય છે, તેમાંથી ૩૫ પ્રોટોન અને ૧૮ વીજાણુઓ સંઘટિત સ્વરૂપમાં ધનવીજ સાથે રહે છે: અને ૧૭ વીજાણુઓ ઋણવીજ સાથે ફરતા રહે છે, આ પ્રમાણે બધાંય તરવેના પરમાણુભારાંકની સમજૂતી મળે છે. હવે પરમાણુ-ઓમાંથી મધ્યમિંદુઓ તેમ જ વીજાણુઓને છૂટા પાડી શકાય છે. પણ છૂટા પડતી વખતે તેમાંથી પ્રચંડ શક્તિ બિપજે છે જેનો ઉપયોગ પરમાણુબૉમ્બ બનાવવામાં થયેલો છે, અને જેને વધારે લાભકારક રૂપમાં પરિવર્તન કરવાને વૈજ્ઞાનિકો મથે છે. આ પરમાણુશક્તિ હીરોશીમા અને નાગાસાકી જેવાં શહેરોના નાશમાં વપરાવાને બદલે યત્રો ચલાવવામાં કે રોમનિવારણમાં વાપરવાને માટે આતરરાષ્ટ્રીય અને દરેક દેશની રાજ્યસંસ્થાઓ પ્રયત્ન કરી રહી છે. તેમાં સફળતા મળેથી વિશ્વનાં કલ્યાણના સાધનોમાં શક્તિ યશે જ.

અણુવિભાજનનું કાર્પ રોમનિવારણમાં વપરાવાનું શરૂ થઈ ગયું છે. યુરેનિયમ, પ્લુટોનિયમ, અને થોરિયમ જેવાં ભારે તરવે-



માંથી વિભાજનથી નવાં તત્ત્વો બને છે તે વાત તો ધણી સમયથી જાણીતી છે. પરંતુ ગ્રેટોન અને પોટાશિયમ જેવા હલકા અણુધારાક વાળાં તત્ત્વોને પણ તોડી શકાય છે. અને વિભાજક શક્તિ કેવળ ત્વરિત ગતિવાળા વીજાણુઓ અને ગ્રેટોનમાં જ છે એવું નથી. એક ગ્રેટોન અને એક વીજાણુના બંધારણવાળાં ન્યૂટ્રોન અને બે ગ્રેટોન અને બે વીજાણુના બનેલા ડ્યુટ્રોનના કણો પણ આ વિભાજનમાં ઉપયોગી હોય છે. વિભાજનકાર્ય સાધકનોટ્રોન નામના નવા અદ્ભુત ધન્રમાં કરવામાં આવે છે. આ ધન્રમાં પારદમાંથી સોનું બની શકે છે પરંતુ તેમ ન કરતાં નવાં રેડિયમપ્રેરિત દ્રવ્યો (રેડિયમને બદલે) ઇસ્પતાલોમાં વાપરવા માટે બનાવવામાં આવે છે. ગ્રેટોન, ન્યૂટ્રોન, કે ડ્યુટ્રોન જેવાં પ્રચંડ શક્તિવાળાં કણોનો પ્રવાહ અમુક વસ્તુએ ઉપર પડે તો તેમના તત્ત્વમય પરમાણુઓને વિભાજન કરીને રેડિયો-સોડિયમ, રેડિયો-ફોસ્ફરસ, રેડિયો-લોહ, રેડિયો-આયોડીન, રેડિયો-કાર્બન, રેડિયો-કેલ્શિયમ એવા રેડિયમ પ્રેરિત ગુણોવાળા પદાર્થો બને છે; તે સોના કરતાં અત્યંત કીમતી અને ઉપયોગી હોય છે.

દ્રવ્યનું મુખ્ય બંધારણ સૂક્ષ્મતમ વીજાણુથી રચાયેલું છે એ જાણ્યા પછી છેલ્લાં આલીસ વર્ષમાં તે જ્ઞાનનો ઉપયોગ અસંખ્ય રીતે કરવામાં આવ્યો છે. આ વીજાણુ છૂટા પાડી શકાય છે અને તેની ગતિ અને પ્રવાહનું નિયમન કરી શકાય છે; અને તેના અભ્યાસને માટે ક્લેકટ્રોનીક્સ-વીજાણુવિદ્યાનામની વિજ્ઞાનની નવી શાખા બંધાયેલી છે. તેનાથી વીજળીનો પ્રવાહ જ્યાં જ્યાં વપરાય છે એ બધા ધધામાં મહાપરિવર્તન થયું છે; ક્ષ-કિરણો ઋણકિરણો રેડિયોના વપરાશમાં તો ધણી રીતે આવે છે; લઘુત્તમ તરંગોવાળા વીજાણુને વાપરીને “રડર” નામના પ્રખ્યાત યુદ્ધસાધનની શોધ થઇ છે કે જેથી દૂર દૂર સુધી આકાશમાં ઊડતા એરોપ્લેનની અને રેલ્વે ટ્રેનની ગતિનું જ્ઞાન મળી શકે છે. તેનો ઉપયોગ યોગ્ય રીતે કરવામાં આવે

તો એરોપેનો અને રેલ્વે ટ્રેનોના અકસ્માતો ઓછા થઈ શકે અથવા સદંતર બંધ થઈ શકે. આવા “રડર” યંત્રો ખૂનાની વેધશાળામાં હમણાં જ મૂકવામાં આવ્યા છે; અને તેનાથી ૬૦૦૦૦ શીટ નેટથી જીંચાઈ સુધી વાદળોની, વીજળી તોફાનોની, વર્ષાદની ગતિની માહિતી અને નિરીક્ષણ મળી શકે છે, અને અતિવૃષ્ટિ કે વીજળી તોફાનોથી બચવાને માટે સૂચના મેળવી શકાય છે. “નાયલોન” નામનું બનાવટી કાપડ બનાવવામાં, સંરક્ષક કાચ બનાવવામાં, બહારના તાપ વગર ખોરાકને રાંધવામાં, અને પેકબંધ ખોરાક બમડી ન ભપ તેને માટે બહારથી રક્ષણ કરવામાં, આવા ઉચ્ચગતિવાળા તરંગો ધણા ઉપયોગી થઈ પડ્યા છે. ધાતુઓના ઉદ્યોગમાં પણ વીજ્ઞાનુવિદ્યા ધણી ઉપયોગી થઈ પડે છે. ધાતુઓનાં પતરાંની બનાવટમાં, પતરાં જોડવાની અને સાંધવાની હિંકમતમાં કાંઈપણ ખોડ ન રહી ભય તેને તપાસવા માટે નવી પદ્ધતિ પ્રમાણે ક્ષ-કિરણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

પરંતુ સર્વથી વધારે અગત્યનો ઉપયોગ તો વિરાટ-સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની શોધમાં થયો છે. સાધારણ સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાં વસ્તુઓ પચાસ કે સો ગણી જ મોટી દેખાય છે; અને તેમાં ખાસ ચુકિતથી ૪૦૦ કરતાં વધારે મોટી નથી દેખાતી. પરંતુ તેથી વધારે મોટી વસ્તુઓ જોવાને માટે આપણે સાધારણ પ્રકાશ જ ઉપયોગી થતો નથી; કારણ કે તેમાંથી વધારે વિગતો કાંઈ વધુ સ્પષ્ટ દેખાઈ શકતી નથી. જે પ્રકાશથી વસ્તુઓ સૂક્ષ્મદર્શકમાં જોવામાં આવે છે તે પ્રકાશની શક્તિ બદલી શકાય તો જ વસ્તુઓ વધારે દેખી શકાય. જાંબુઢાતીત પ્રકાશ નરી આંખે જોઈ શકાતો નથી; પણ તેના ફોટો પરથી જોઈ શકાય છે. તેનો ઉપયોગ કરવાથી એક ઇંચના હળપરમા ભાગ સુધીની ખાંડીક વિગતો જોઈ શકાય છે અને ૫૦૦૦ જેટલું મહદી-કરણ સિદ્ધ કરી શકાય છે; વળી વીજાણુઓનો ઉપયોગ કરવામાં

આવે તો વસ્તુઓ મૂળ કરતાં સો ગણી મોટી દેખી શકાય. આ નવી જાતનાં યંત્રોથી વસ્તુઓને એટલા નાના રૂપમાં બાળી નાખવામાં આવે છે—સૂક્ષ્મતમ રીતે છૂટી પાડવામાં આવે છે અને એટલા મોટા રૂપમાં વસ્તુઓનું સ્પષ્ટતાથી નિરીક્ષણ થઈ શકે છે કે તેમને ૨૦,૦૦૦, ૪૦,૦૦૦ અને ૬૦,૦૦૦ જેટલા મોટા રૂપમાં જોઈ શકાય છે અને એમ પણ ધારવામાં આવે છે કે ૧,૫૦,૦૦૦ જેટલું મોટું મહદી-કરણ મેળવી શકાય એમ છે. આ વસ્તુઓ કેટલી મોટી દેખાય છે તે જાણવાને માટે એક દર્શાત બક્ષ છે. સાધારણ પાતળો ચીનાઈ કાગળ આ સૂક્ષ્મદર્શકમાંથી જોવામાં આવે તો નવ પુટ જેટલો જાડો દેખાય! આવી રીતે અદ્ભુત વસ્તુઓ દર્શિત થવા પામી છે. તમાકુ-ટમેટા વગેરેના છાંડને નાશ કરનારાં અદ્ભુત ગણાતાં સર્વો-૨સી અને ઇન્ડિયો-ગ્રા તાવના કારણરૂપ અતિમ સર્વોને, પ્રત્યક્ષ જોવામાં આવ્યાં છે. વળી જંતુઓનો નાશ કેવી રીતે થાય છે અને જંતુવિનાશક દ્રવ્યો કેવી રીતે જંતુઓને મારી નાખે છે તે બધી ધટનાનાં આ વીજળી-સૂક્ષ્મદર્શકથી સૂક્ષ્મ ચિત્રો લઈ શકાય છે, અને તેનાં ચિત્રો અને ચિત્રપટો ખૂબ હમેશને માટે રાખી શકાય છે. હજી સુધી પરમાણુઓ આ યંત્ર મારફત જોઈ શકાયા નથી પરંતુ અણુઓ જોઈ શકાય છે તેનું સર જ્યોર્જ થોમ્સન તરફથી કહેવામાં આવ્યું છે. જે અણુમાં વીસ હજાર પરમાણુ હોય તેવા અણુઓનાં ચિત્રો લઈ શકાય છે: પણ તેનાથી બારીક પરમાણુ જોઈ શકતા નથી, કારણ કે તેમને છૂટા પાડવામાં જ આપ્પા દ્રવ્યનો નાશ થઈ જાય છે, અને અટકાવવામાં ધણી દિશ્મત અને હુદ્દિ વાપરવી પડે છે. પરંતુ સૂક્ષ્મતમ પરમાણુઓના સ્પષ્ટ દર્શનના દિવસો હવે બહુ દૂર નથી. મનુષ્યની મર્યાદિત દષ્ટિ અને જ્ઞાનસાધનને આવી રીતે ધણો વિકાસ મળ્યો છે. વિશ્વમાં કરોડો માણસના દૂરના અંતરમાં વસતા તારાઓ, નિહારિકાનું જ્ઞાન મેળવવાને

માટે વિરાટ દૂરગીનો, અને અત્યંત સૂક્ષ્મજંતુઓ, અણુઓ અને પરમાણુઓના સ્પષ્ટ દર્શન માટે મહાસૂક્ષ્મદર્શકો, વિશ્વની બહારથી આવતા વિશ્વરશ્મિને પકડીને અભ્યાસ કરી શકાય તેવા સાધનો, આંખ અને કાનને અગોચર એવાં અતિ દૂરનાં વિમાનોની ગતિ મહત્વ કરવા "રડર" યંત્રો, એ આ યુગની નવી નવી સિદ્ધિઓએ મનુષ્યના જ્ઞાનની સીમા અને વિશ્વના ભૌતિક બળો ઉપરની નિયંત્રણ-શક્તિ ઘણી વધારી દીધી છે. વીજાણુઓ તેમ જ પ્રકાશનાં કિરણો એ બે મુખ્ય ઘટનાઓમાં બે રૂપ ભોવામાં આવે છે: એક છૂટું તુટક રૂપ અને બીજું તરંગનું રૂપ. આ ઉપરથી પ્રકૃતિમાં કણરૂપ અને તરંગરૂપ એ બે રૂપ-દ્વેતરૂપ-અચલિત છે એમ હવે સ્વીકારાય છે.

ઉપર પ્રમાણે દ્રવ્યનાં પ્રકૃતિ, રૂપ અને ગુણો વિષે નવી હકીકતો મેળવવા છતાં પરમાણુવાદના મુખ્ય સિદ્ધાન્તો બદલાયા નથી. પરમાણુઓની અંદરની રચના માત્રમાન અને અચર ગણી શકાય, પરંતુ સાધારણ ભૌતિક રાસાયણિક કાર્યોમાં આ પરમાણુઓ સ્થાયી ગણાય છે, અને રાસાયણિક ક્રિયામાં આ પરમાણુઓના મૂલ્ય જ કામ કરે છે એ સિદ્ધાન્ત હજી પણ ખરો છે. તત્ત્વની બ્યાખ્યામાં એટલો જુદા ફેરફાર કરવો પડે છે કે તત્ત્વની અવિભાજ્યતા સાથેન હોતી નથી. એટલે કાંઈ એક તત્ત્વના પરમાણુઓ અસ્થાયી હોવાને કીધે તેમાંથી બીજાં તત્ત્વો ઉદ્ભવી શકે. પરંતુ તે રૂપાંતર થવા પહેલાંના સમયમાં તો તે તત્ત્વના ગુણો સ્થાયી જ હોય છે, અને સાધારણ રાસાયણિક સંયોજનના નિયમને આધીન રહે છે.



વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન ( ચાલુ )

સૃષ્ટિના સજીવ અને નિજીવ એવા બે વિભાગ પાડીને નિજીવ-સૃષ્ટિનું વિજ્ઞાન અને સજીવસૃષ્ટિનું વિજ્ઞાન એમ વિજ્ઞાનના બે ભાગ એવા પ્રકરણમાં દર્શાવ્યા છે. નિજીવસૃષ્ટિના સંબંધી રસાયનશાસ્ત્ર અને ભૌતિકશાસ્ત્રના ઇતિહાસ વિષે જુદું પ્રકરણ પાડવામાં આવ્યું છે; જીવવિદ્યાનો વિભાગ ભિન્ન હોવા છતાં પણ આખરે સમગ્ર વિજ્ઞાન તો એક જ છે. વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ પણ આ એકતા આપણને ડગલે પગલે બતાવે છે. સરળતાને માટે આપણે જીવવિદ્યાને અને માનસશાસ્ત્રને બીજાં ભૌતિકશાસ્ત્રોથી જુદું પાડીએ પરંતુ ઐતિહાસિક દૃષ્ટિએ તો આ બધી શાખાઓ સાથે જ ઉદ્ભવી છે; અને ભિન્ન ભિન્ન વિષયમાં કામ કરનારા વૈજ્ઞાનિકોએ સાથે જ કામ કરેલાં છે. પ્રથમ તો એરિસ્ટોટલ કે લિપોનાર્ડો ડે વીન્સી જેવા મહાપુરુષો વિજ્ઞાનનાં બધાં ક્ષેત્રો સાથે જ ખીલવી શકતા; પણ ધીમે ધીમે સમય એવો આવતો ગયો અને વિજ્ઞાનની શાખાઓ એટલી બધી વધતી ગઈ કે દરેક શાખામાં કામ કરનારાઓને સ્વતંત્ર રીતે કામ કરવું પડ્યું હતું. હાલમાં રસાયનવેત્તાઓમાં પણ ખનિજ રસાયન અથવા શરીરવ્યાપારરસાયન અથવા ઔદ્યોગિક રસાયનના પેટાવિષયમાં કામ કરનારાઓ વચ્ચે સમાગમ અને વિવેચનના પ્રસંગો ઓછા થતા જાય છે. તે છતાં વિજ્ઞાન તો એક જ છે. અને જીવવિદ્યાના ઇતિહાસને જુદો પાડવાથી વિજ્ઞાનની આ એકતામાં ક્ષતિ થતી નથી.

વિલિયમ હાવે<sup>૯</sup>

જીવવિદ્યાના મુખ્ય બે વિભાગ પાડી શકાય-વનસ્પતિવિદ્યા અને પ્રાણીવિદ્યા. પ્રાચીન સ્મારતમાં આ બંને વિષયમાં ઘણી માહિતી એકઠી કરવામાં આવી હતી અને તે દિને જુદા પ્રકરણમાં ઉલ્લેખ કરવામાં

આગ્યો છે. યુરોપમાં પણ ૧૮મા શતક સુધી ધણી જાતનું જ્ઞાન  
 -એકઠું કરવામાં આવ્યું હતું; પરંતુ તે સર્વેને સંકલિત કરીને તેમાંથી  
 તત્ત્વોનું દોહન કરીને સાર્વાત્રિક સિદ્ધાન્તોની તારવણી ધણી જ મોડી  
 થઈ હતી. ઉત્ક્રાન્તિવાદનું લબ્ધ મંદિર તૈયાર થતાં ધણા સમય  
 -લાગ્યો, પરંતુ તે સમયમાં તૈયારી ધણા જ સગીન પ્રકારની થઈ.  
 મધ્યકાલીન યુરોપમાં અધ્યત્ત્વ અને મહાધિકારીઓનું સામ્રાજ્ય  
 જ્ઞાનના દરેક ક્ષેત્રમાં હતું. વનસ્પતિના પાંદડાનો આકાર અથવા ફૂલનો  
 રંગ ઇશ્વરે ખાસ કરીને તેના ઉપયોગ બતાવવાને માટે બનાવ્યો હતો  
 એવી પ્રચલિત ભાવિઓને લીધે, તેમ જ રાજકીય અધિકારીઓને લીધે,  
 વનસ્પતિવિદ્યાના અભ્યાસને માટે બાગબગીચા પણ ન હતા. રાજકીય  
 -શાંતિ, પ્રસાર પછી અને વૈદ્યકમાં વનસ્પતિઓના વધતા ઉપયોગને  
 લીધે, તેમ જ ફળફૂલના વધતા જતા શોખને લીધે, બાગબગીચા  
 -વધતા ગયા અને વનસ્પતિવિદ્યાનો અભ્યાસ પણ આગળ વધતો  
 ગયો. કેાપરનીકસ અને ગેલીલિયોના પ્રયાસથી પૃથ્વી અને સૂર્યના  
 સંબંધ વિષેનું અજ્ઞાન દૂર થઈ એટલે તરત જ મહાધિકારીઓ અને  
 જૂના પંડિતોની સત્તા તૂટવા લાગી. વૈદ્યકની કલા પણ પાદરીઓ  
 પાસેથી છૂટીને સ્વતંત્ર થઈ. દરેક ગામમાં માંધીઓની મંડળી તરફથી  
 વનસ્પતિઓમાંથી દવા બનાવવાને માટે બાગ રાખવામાં આવતા અને  
 તેમાંના એક નાનો બાગ હજી પણ હાલની ગીચ વસ્તીમાં છે;  
 એકલા કામ કરવાને બદલે સમાજ સ્થાપવાનો રિવાજ પડી ગયો હતો,  
 અને હાલનાં હજી-શરૂઆતનું પણ એક શિષ્ટમંડળ હતું. તેમની  
 એક કોલેજમાં રક્તપરિક્રમણનો શોધક વિલિયમ હારવે (૧૫૭૮-  
 ૧૬૫૭) અધ્યાપક હતો. શરીરમાં રક્ત ફરે છે એ વાત તો ગ્રાચીન  
 સમયથી જાણીતી છે, પરંતુ તે કેવી રીતે ફરે છે, અને તેમાં હૃદયનું  
 શું કાર્ય છે અને થોડું જ રક્ત ફરી ફરીને શી રીતે આખા શરીરને

1 Apothecaries & Court of Barber Surgeons

\* વધુ માટે જુઓ 'વિજ્ઞાનવિનોદ', પૃ. ૧૦૧ થી ૧૧૬.

પોયે છે તે શોધ કરવાનું અને તેને માટે અઠ્ઠાવીસ વર્ષ સુધી સતત પ્રયોગો કરી સાબિતી બેસાડવાનું કામ એટલા ખત, ધૈર્ય, અને સહાયથી કર્યું હતું કે હાવેનું નામ વિદ્યાનના ઇતિહાસમાં સોનેરી અક્ષરે લખાઈ રહેશે. તેના સમયમાં સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર શોધાયું ન હતું તેથી ખારીક કેશિકાઓ જેની મારફત ધમની અને શિરાઓમાંના રક્તનો ચિત્રિત્વ થાય છે તેની પ્રત્યક્ષ સાબિતી તેનાથી થઈ શકી ન હતી. પણ માલપીધી (૧૬૨૮-૧૬૯૪) નામના ઇટાલિયન વૈદ્યા નિકે આ કામ સિદ્ધ કર્યું હતું. માલપીધીએ સૂક્ષ્મદર્શકની મદદથી આણી અને વનસ્પતિની અંદરની રચના અને શરીરના વ્યાપારનો અભ્યાસ કર્યો હતો. અને શરીરરચનાશાસ્ત્ર તેમ જ શરીરવ્યાપાર-શાસ્ત્રના મૂલસ્તંભ વેાખ્યા હતા.

### લીનિયસ

વનસ્પતિવિદ્યા અને આણીવિદ્યા ખંનેમાં સંપાદન કરેલા યાનમાં તે સમયમાં વ્યવસ્થા કે નિયમ નહોતા; અને તે લાવવાનું માન કેસેલન લીનિયસ (૧૭૦૭-૧૭૭૮) નામના સ્વીડ વૈદ્યાનિકને ધટે છે. પરિભાષા અને વર્ગીકરણ સંબંધમાં તેણે ધણું નવું કામ કર્યું હતું અને કેટલાએક વર્ષની મહેનત પછી નવી વર્ગીકરણની પદ્ધતિ બહાર પાડી હતી. પહેલાં તે વૈદ્યાનિક સંઘા નક્કી હતી જ નહિ. એક વનસ્પતિનું નામ લખવું હોય તો તેનું સંપૂર્ણ વર્ણન લખવું પડતું. તેને બદલે લીનિયસે જાતિ અને ઉપજાતિથી ઓળખાવવાની પ્રથા પાડી. “બિલ્ડી વાધ તણી માશી” એ જૂની કહેવત બિલાડી અને વાધનો સંબંધ દર્શાવે છે; સિંહ, વાધ અને બિલાડી એ એક જ જાતિની ઉપજાતિઓ એ દર્શાવવાને માટે તેમનાં નામ અનુક્રમે “ફેલીસ લીઓ,” “ફેલીસ પાડીસ” અને “ફેલીસ હુમેરિટકા” એમ પાડવામાં આવ્યાં. આ પ્રમાણે વનસ્પતિઓનાં નામ પણ નિશ્ચિત કરવાથી તે વિષયમાં કામ કરનારાને ધણી સુગમતા પ્રાપ્ત થઈ. લીનિયસની વર્ગીકરણની પદ્ધતિમાં ફક્ત લિંગભેદ ઉપર

આધાર રાખવામાં આવ્યો હતો, પરંતુ વનસ્પતિનાં ફલ, ખીજ, પુકેસરની રચના ઉપરાંત સાધારણ રચનાના બેદ પણ લક્ષ્યમાં રાખવા જોઈએ એ દૃષ્ટિએ દીનિયસની પદ્ધતિમાં ખાજગથી ફેરફાર કરવા પડ્યા છે. પરંતુ એ નવા વર્ગીકરણની ધમારત દીનિયસે રચેલા પાયા ઉપર જ બાધાર્થ છે એટલું સ્વીકારવું પડશે. દીનિયસે વનસ્પતિની શોધ માટે લખ્લાંડ દેશ સુધી છેક ઉત્તરમાં મુસાફરી કરી હતી; અને તેથી તેણે પ્રાણીઓનાં વર્ગીકરણમાં પણ સારી માહિતી એકઠી કરી હતી. દેશદેશનાં મનુષ્યોની ઉપગતિઓના અનુભવને લીધે તેણે મનુષ્યનું વર્ગીકરણ ખીજાં પ્રાણીઓની સાથે કર્યું હતું; અને માંકડાને અને મનુષ્યને એક જ વર્ગમાં મૂક્યા હતા. પરંતુ તેનો સમકાલીન લ્યુઈ (૧૭૦૭-૧૭૮૮) નામનો ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિક મનુષ્યને પ્રાણીની જાતમાં મૂકતાં ખચકાતો; તેમ છતાં લ્યુઈના વિશાળ અનુભવ અને તીવ્ર શુદ્ધિને લીધે એકવાર તેનાથી કહેવાઈ ગયું કે 'જો બાઇબલના સ્પષ્ટ શબ્દો વચ્ચે આવતા ન હોત તો મોડો અને ગધેડો, મનુષ્ય અને માંકડું, એ જાતિઓનું એક જ હોવું જોઈએ એમ ધારવાને મન થાય એવું છે.' પરંતુ આ શબ્દો તેને ખાજા ખેતી લેવા પડ્યા હતા. બાઇબલની સત્તા તે સમયમાં પણ કેટલી હતી તેનો ખ્યાલ આ ઉપરથી આવી શકે છે.

## ઉત્ક્રાન્તિવાદ

લ્યુઈએ રચેલા પ્રાણીવર્ણન ઉપરથી કુવિયરે (૧૭૬૯-૧૮૩૨) પ્રાણીનું વર્ગીકરણ વધારે મજબૂત પાયા ઉપર મૂક્યું. પૃથ્વીના પ્રાચીન સ્તરોમાં મળી આવતા પ્રાણીઓના અવશેષોનો ખાસ અભ્યાસ કરીને તેણે પ્રાણીવિદ્યામાં નવું દૃષ્ટિબિંદુ ઊભું કર્યું. પ્રાણી-અવશેષવિદ્યાના અભ્યાસથી, વિદ્વાનોની ખાત્રી થતી ગઈ કે બાઇબલમાં પણ વિશેષ સૃષ્ટિકર્મ કાલ પણ રીતે વિશ્વસનીય નથી. અમેરિકાની શોધને લીધે, અને મુસકેરોએ દેશવિદેશમાંથી આણેલાં



પ્રાણીઓ, વનસ્પતિઓ, અને તેમના જૂનરાવશીષોના અભ્યાસથી પાષ્ઠબલથી સ્વતંત્ર સૃષ્ટિક્રમ તૈયાર કરવાની આવશ્યકતા દિનપ્રતિદિન દૃઢ થતી ગઈ. પાષ્ઠબલના વિચાર પ્રમાણે તો જલપ્રલય પછી પાણી રહેલાં પ્રાણીઓ ફક્ત નોઆની જોટમાં રહેલાં હતાં; તે 'સિવાયનાં ખીજ' પ્રાણીઓની શોધ થવાથી એ વિચાર હાસ્યાર્પદ ગણાયો. તે છતાં પ્રાણીઓની જાતિઓની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થઈ તે વિષે કંઈ સંતોષકારક ઉત્તર ન મળવાથી સમાજનું વલણ પાષ્ઠબલનો ઉત્પત્તિક્રમ સ્વીકારવા તરફ દોડ્યું. પ્રાણી અને વનસ્પતિની જાતિઓ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે અને તે જાતિઓમાં કેવી રીતે ફેરફાર થાય છે એ સંબંધી ઉત્તર મેળવવો એ વિવેચનાત્મક શ્રવણવિદ્યાનો મુખ્ય અને ટૂંકે પ્રશ્ન હતો. શ્રવણવિદ્યાના વર્ણનવિભાગ અને વર્ગીકરણવિભાગના કરતાં આ પ્રશ્ન વધારે અગત્યનો ગણાતો હતો. તેનો ઉત્તર આપણને એક શબ્દમાં અત્યારે મળી શકે—ઉત્ક્રાન્તિવાદ.\* એક જાતિમાંથી ખીજ જાતિ ઉત્ક્રાન્ત થાય છે એ સ્થાપનાર, અને દરેક જાતિને સ્વતંત્ર રીતે બનાવવી પડે છે એ કલ્પનાને જોડી 'કરાવનાર સિદ્ધાન્તનું' નામ ઉત્ક્રાન્તિવાદ. આ ઉત્ક્રાન્તિવાદનો ઇતિહાસ-બોધપ્રદ, અને વિજ્ઞાનની સમજૂતીને માટે આવશ્યક છે.

### •ઉત્ક્રાન્તિવાદની પ્રાચીનતા

એક જાતિમાંથી ખીજ જાતિ ઉત્ક્રાન્ત થઈ શકે છે એ કલ્પના ભારતીય તત્ત્વજ્ઞાનમાં અપરિચિત નથી. પાષ્ઠબલની પેઠે હિન્દુ-શાસ્ત્રોમાં સૃષ્ટિ સાત જ દિવસમાં થઈ એવો આમદ્ધ નથી: 'एकोऽहं बहु स्याम्' એ વિચાર યતાં જ સૃષ્ટિનો આવિર્ભાવ થાય છે, અને દ્વિરુપયગમ'માંથી એક પ્રકારનાં વનસ્પતિ, પ્રાણીઓ ઉત્ક્રાન્ત થાય છે. મનુષ્યનો આત્મા ખીજ પ્રાણીઓના

\* આ શબ્દને બદલે ગુજરાતીમાં વિકાસવાદ અથવા લાગે છે. ફક્ત વિકસે છે, ફાલે છે, પરંતુ એક જાતિમાંથી ખીજ જાતિ વિકસતી નથી પણ રૂપાંતર પામે છે; ઉત્ક્રાન્ત થાય છે—ફક્તે મારે છે.

આત્મા કરતાં જિન્ન પ્રકારનો નથી તેથી મનુષ્યને માટે ખાસ દૈવીસર્જનની આવશ્યકતા નથી, વગેરે વિચારસંકલનામાં અર્વાચીન ઉત્ક્રાન્તિવાદના અંશે એઈ સકાય છે, ચોવીસ અવતારની કલ્પના, તેમ જ ચોર્ધાશી લક્ષ યોગિનાં યજ્ઞને જ મનુષ્યની આધ્યાત્મિક ઉન્નતિ થાય છે એ દૃઢ ભાવના, અને હિન્દુમત પ્રમાણે સૃષ્ટિની ઉત્પત્તિ અને લયના કાળની વિશાળતા, એ સર્વે માન્યતા અર્વાચીન વૈજ્ઞાનિક વિચારોને યોગે છે. ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાઓએ પણ અમુક જાતના ઉત્ક્રાન્તિવાદનું નિરૂપણ કરેલ છેઃ એરિસ્ટોટલે એવો મત દર્શાવ્યોઃ હતો કે જાતિઓનું રૂપાંતર હમેશા ઉચ્ચતર દિશામાં થાય છે. અને નિશ્ચય સૃષ્ટિમાંથી સજીવ વનરપતિ, પ્રાણી અને આખરે મનુષ્યજાતિ નિર્માણ થાય છે. આ મતની સાથે તૈત્તિરીય ઉપનિષદના શબ્દો વૃથિવ્યા ગ્રીયવયઃ । ગ્રીયધિચ્ચોડલમ્ । અજ્ઞાસુરુપઃ । સરખાવવા જેવા છે, કારણ કે તેમાં બ્રાહ્મણની પેઠે એકદમ બધી જાતિઓ સાથે ઉદ્ભવતી નથી પરંતુ ધીમેધીમે ઉત્ક્રાન્ત થાય છે એ વિચાર સમાવેશી છે; આ પ્રમાણે અનેક પ્રાચીન પ્રજાઓમાં આ ઉત્ક્રાન્તિવાદના બીજરૂપ વિચારો મળી આવે છે, અનેક તત્ત્વવેત્તાઓ પણ આ વિષે ઉક્તેષ કરતા આવ્યા છે. અને એક દૃષ્ટિએ અર્વાચીન ગણાતી આધુન્યકાધનના સાપેક્ષતાના સિદ્ધાન્તની માફક આ ઉત્ક્રાન્તિવાદ અત્યંત પ્રચીન છે એમ કહી શકાય, પરંતુ આ ઉત્ક્રાન્તિવાદને અર્વાચીન દૃષ્ટિએ તપાસીને, અને અર્વાચીન વિજ્ઞાનની પદ્ધતિને આવશ્યક લાભતા પ્રમાણે ફિત્ત કરીને, અર્વાચીન રૂપમાં સિદ્ધ કરવાનું માન હાવિન અને તેના અનુકૂળતાને થર છે.

માહાન કવિ ગોષ્ટે

આ જૂની વિચારસરણીને તે પછીના કાળમાં હાવિનના રાજા ડરેમસ હાવિન, પ્રખ્યાત કવિ ગોષ્ટે અને સ આઈ નામના કેટલાક પ્રાણીશાસ્ત્રી, એમના હાથે સંદર્ભસ્થ પિરુરુદ્ધના આવી દેવી. 'દુરંદ'

\* theory of relativity

રૂપે-સરે પણ તે વિચાર ઉપર તેના પુસ્તકમાં ખાસ ભાર દીધો હતો. પણ તે બધાની વિચારસંકલના પ્રયોગ અને નિરીક્ષણ ઉપર રચાયેલી નહોતી. ગોષ્ટેનું નામ કવિ તરીકે પ્રસિદ્ધ છે. પરંતુ તેણે કવિનાની એક શીટી પણ લખી ન હોત તો તેના એક વૈજ્ઞાનિક પુસ્તકથી તેનું નામ ચિરસ્મરણીય રહેત આ પુસ્તકનું નામ “શરીર વિભાગનું રૂપાંતર” (મેટામોરફોસિસ ઑફ પાર્ટ્સ); તેમાં દર્શાવેલા સિદ્ધાન્ત અપ્રતિમ અને ચમત્કારિક ગણી શકાય. ફૂલના સર્વ ભાગ સાધારણ પાંદડામાંથી રૂપાંતર પામેલા છે. ફૂલના બાહ્યકોશ, રંગીત પાંદડીઓ, પુકેસર, ઓકેસર વગેરે સર્વ વિભાગો મૂળ સાધારણ પાંદડામાંથી જ અસંખ્ય પેઢીઓના ઉતારા પછી રૂપાંતર પામેલા છે; તેવી જ રીતે સપૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓનું માથું અને ખોપરી કરોડના ઉદ્ભા હાડકામાંથી વર્ધિત થઇને રૂપાંતર પામેલા છે; અને તે પ્રમાણે હાલમાં દેખાતી વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓની અસંખ્ય જાતિઓ મૂળ થોડીએક પિતૃજાતિમાંથી ઉદ્ભવી હશે. આ વિચારોમાં કવિત્વની કલ્પનાશક્તિનું પ્રાપ્ત્ય જખડું લાગે છે, પરંતુ તેમાંના ધણા વિચારો અત્યંત નિરીક્ષણથી ખરા પડ્યા છે.

### ઇરેસ્મસ ડાર્વિન

ગોષ્ટેના જેવો જ અભિપ્રાય એક અંગ્રેજી કવિ, તત્ત્વવેત્તા અને વૈજ્ઞાનિક ઇરેસ્મસ ડાર્વિને દર્શાવ્યો હતો. “ઓટેનિક ગાર્ડન-વનસ્પતિનો ખાગ” અને “ટેપલ ઓફ નેચર-પ્રકૃતિનું મંદિર” એ બે લાખાં કાવ્યોમાં તેણે ઉત્ક્રાન્તિવાદની ઝાંખી કરાવી છે. પ્રાણીઓનાં રૂપાંતર (જેવું કે માછલી રૂપ-ટેડપોલ-ગર્ભમાંથી દેડકાનું રૂપાંતર), થોડા, ફૂતરા, ઘેટાંની જાતિમાં કૃત્રિમ રીતે ઉછેરવાથી થતાં રૂપાંતરો, હવામાન અને ઋતુઓને લીધે થતા ફેરફારો, અને બધાં ગરમ લેહીવાળાં પ્રાણીઓની શરીરવ્યવસ્થાની એકરૂપતા-આ બધી કારણશૃંખલાથી એમ અનુમાન થઈ શકે છે કે તે સઘળાં એક જ પિતૃજાતિમાંથી ઉદ્ભવ્યાં હશે.

લભાકું

પરિસ્થિતિને લીધે પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓનાં રૂપાંતર થાય છે, અને રૂપાંતરોનો પેઢીકિતાર થવાથી જાતિઓનાં રૂપ પણ બદલાય છે, એ સિદ્ધાન્ત લા માકે' પણ ૧૮૦૯ માં પ્રસિદ્ધ કર્યો હતો. સાધારણ બ્યક્તિમાં આ રૂપાંતર ઘણું જ ઓછું હોવાથી જલદીથી દેખી શકાતું નથી. પરંતુ પરિસ્થિતિ અને હવામાનને લીધે આખી જાતિની ટેવ અને રીતરિવાજ, આકાર વગેરે બદલાઈ જાય છે; અને તેમના કેટલાએક અવયવો બદલાય છે, નાના મોટા થાય છે અથવા તો નષ્ટ થાય છે. ઊંટ અને જિરાફની ગરદન લાંબી થવાનું કારણ આતું જ છે. આચીન કાળમાં તેમના પૂર્વજોને ઊંચાં ઊંચાં વૃક્ષો ઉપરથી પાંદડાં ખાવાને માટે તેમની ડોક લાંબી કરવી પડતી; અને ધણી સમયના પ્રવાસથી આ લાંબી થયેલી ડોક, પેઢી-ઉતારને લીધે વધારે ને વધારે લાંબી થતી ગઈ. લા માકે'ને આ પેઢી-ઉતાર સંબંધી પ્રયોગાત્મક સાબિતી મળી ન હતી તે છતાં તે સિદ્ધાંત વિશે પોતાની ખાત્રી થઈ હતી; અને ખીજા જીવવેત્તાઓની સામે પોતાના વિચારોનો ખચાવ કરવાને તત્પર હતો.

હુબર્ટ રુપેન્સર

આ અરસામાં રો'ટ હિલ્સર, અને રોબર્ટ એમ્બસ' નામના વિદ્વાનો ઉત્ક્રાન્તિવાદ માટે તૈયારી કરતા હતા. પરિસ્થિતિથી પ્રાણીઓની બ્યક્તિ અને જાતિનાં રૂપાંતર થાય છે એ વિચાર તેમણે પોતાનાં પુસ્તકોમાં સ્પષ્ટ કર્યો હતો. લગભગ તેજ સમયમાં હુબર્ટ રુપેન્સર પણ ઉત્ક્રાન્તિવાદનું સમર્થન તત્ત્વજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ કરી રહ્યો હતો. આ પ્રમાણે આપણને એમ લાગે કે ઇર્વિને ઉત્ક્રાન્તિવાદ પહેલાં ૧૮૪૪ માં પોતાના મનમાં નિશ્ચિત કર્યો, અને ૧૮૫૮ માં પ્રસિદ્ધ કર્યો તે પહેલાં તેને માટે રુપ્પ દુર્મિત્ર તૈયાર કરવામાં ઝટ્ટો હતી; એક રીતે એ વાત ખરી છે. પરંતુ ઇર્વિને પહેલાં જ

તત્ત્વવેત્તાઓ અને વૈજ્ઞાનિકોની વિચારપદ્ધતિ અપૂર્ણ હતી અને તેમની કારણશૂંભલામાં ત્રુટિઓ ધણી હતી.

આલ્સ<sup>૧</sup> ડાવિન્

આલ્સ<sup>૧</sup> ડાવિન્ (૧૮૦૯-૧૮૮૨) એક ધનવાન અને પ્રવીણ દાકતરનો પુત્ર હતો. તેને ધન, ઉપરાંત (દાદા દાદી, પિતા માતા એ ચારે તરફથી) વૈજ્ઞાનિક શુદ્ધિ અને તીવ્ર વિવેચકશક્તિનો વારસો મળ્યો હતો. એટલામાં “બીગલ” નામના એક સરકારી વહાણમાં વૈજ્ઞાનિક તરીકે તેને એક થોડા પમારવાળી પણ સારી જગ્યા મળી. ૧૮૩૧ થી ૧૮૩૬ સુધી દક્ષિણ અમેરીકા, પેટગોનિયા, ચિલિ, પેરુ વગેરે દેશોની બધી જાતની માપણી કરવામાં તેણે આ વહાણમાં મુસાફરી કરી. આવી રીતે મુસાફરી કરવાથી ડાવિન્ના બીજા મિત્રોએ (હુકરે ૧૮૩૯ માં અને હુકરલીએ ૧૮૪૬ માં) પણ જ્ઞાન અને કર્તૃત્વ સંપાદન કર્યાં હતાં, અને આ અનુભવ એ ત્રણે વૈજ્ઞાનિકોને તેમના જીવનમાં અનેક રીતે ધણો જ ઉપયોગી થયો હતો. “બીગલ” ઉપરની મુસાફરીમાંથી પાછા આવ્યા પછી થોડા સમયમાં ડાવિન્ને માલ્થસની વસ્તી વિષેનો નિબંધ વાંચ્યો. માલ્થસના અભિપ્રાય પ્રમાણે સૃષ્ટિમાં જીવનકલહ એટલો બધો તીવ્ર છે કે જે દુકાળ, રોગ અને યુદ્ધથી મનુષ્યોનો નાશ ન થાય તો મનુષ્યની વસ્તી એટલી બધી વધતી જાય કે જીવનના સાધનો મળવા મુશ્કેલ થઈ પડે. આ સિદ્ધાન્ત ઉપરથી ડાવિન્ને સૂઝવું કે પોતે પણ નિરીક્ષણ કરેલી જાતિઓમાં આ જીવનકલહમાંથી બચવાને માટે જ કાંઈક રૂપાંતર થાય; આ રૂપાંતર અનુકૂલ પ્રકારનું હોય તો જ રૂપાંતરવાળી નવી જાતિની વૃદ્ધિ થાય છે, પણ જે તે પ્રતિકૂલ પ્રકારનું હોય તો તેનો નાશ થાય છે. પરિસ્થિતિને અનુકૂલ રૂપાંતરે જ સ્થાયી રહી શકે છે, અને બીજા બધાના જીવનકલહને લીધે નાશ થાય છે. આ પ્રમાણે થોડાંતર રૂપાંતરોની પસંદગી થાય

છે અને તેથી જ નવી નવી જાતિઓ ઉદ્ભવે છે. આ વિચાર-સંકલના લઘને ડાવિ'ને વીસ વર્ષ સુધી સતત આ જ વિષયમાં કામ કર્યું; નવી નવી હકીકતો શોધવામાં અને નવા વિચારને માટે નિર્ણાયક પ્રયોગો કરવામાં જ આટલો સમય લાગ્યો. મુસાફરીનાં વર્ષો અને આકૃતિક સૃષ્ટિવિજ્ઞાનનાં પુસ્તકો ઉપરાંત, પ્રાણીઓ વિષે, ખાગખગીયાની ખીલવણી વિષે, અને પાણેલાં પ્રાણીઓના ઉછેર વિષે, અને એવા સંબંધ વિષે ઉપરનાં અસંખ્ય પુસ્તકો તેણે વાંચ્યાં. પ્રાણી ઉછેરનારા અને ખીળાઓ ઉપર પ્રત્યાવલિઓ મોકલીને હકીકતો એકઠી કરી, વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓના ભૌગોલિક અને જૂસ્તરવિષયક સ્થાનનો અભ્યાસ કર્યો; વનસ્પતિનાં ખીજ કેવી રીતે દેશ વિદેશમાં ફેરે છે અને નવા દેશોમાં નવી વનસ્પતિઓ કેવી રીતે દાખલ થાય છે તે સંબંધી માહિતી મેળવી; પાણેલાં કખૂતરોની જાતિ તૈયાર કરવાને અનેક પ્રયોગો કર્યાં. બેહદ સંભાળ અને સૂક્ષ્મતાથી તેણે બધી હકીકતો એકઠી કરી, તેમાંથી તથ્યો જુદાં પાડી, તેમનો પરસ્પર સંબંધ સમજવામાં, અને તેમાંથી યોગ્ય અનુમાનો તારવવામાં ડાવિ'નનું શુદ્ધિશક્તિ અપ્રતિમ હતું; તે છતાં તેની નિર્મલ આમાણિકતા, સત્યને માટેનો જ્વલંત પ્રેમ, અને શાંત સાત્ત્વિક માનસિક સ્થિતિ આશ્ચર્યજનક હતાં; તેના જેવા સાત્ત્વિક સ્વભાવ અને માનસિક શક્તિ વિરલ છે. પોતાના કામમાં ડગલે ડગલે નવી કલ્પના અને નવા સિદ્ધાન્તો રચવા પડતા હતા પણ નવા તથ્યો તેનાથી વિરુદ્ધ છે એવી તેની ખાતરી થાય તો તે ગમે તેવા સુંદર અને ગ્રિય લાગતા સિદ્ધાન્તોને તજવાને અચકાતો નહિ.

વોલેસ

સન ૧૮૪૪ માં ડાવિ'નના મનમાં ખાતરી થઇ ગઇ કે

ઉપગતિઓનાં રૂપાંતર થાય છે અને તે નૈસર્ગિક પસંદગીના નિયમ પ્રમાણે: તે છતાં દંતુ વધારે સાબિતી અને પ્રમાણોની શોધમાં પોતાનો સિદ્ધાન્ત તેણે બહાર પાડ્યો નહિ. બાર વર્ષ પછી તેના મિત્રોએ તેના અન્વેષણનાં પરિણામો વિષે પુસ્તક બહાર પાડવાનો આમદ કર્યો, તો પણ પૂર્ણતાના આ પૂઝરીને પોતાનું કાર્ય અપૂર્ણ લાગ્યું અને દંતુ વધારે સમય જોઈશે એમ જવાબ આપ્યો. તે દરમિયાન તેના મિત્ર વોલેસે આ જ વિષય ઉપર પોતાના વિચારો અને અનુભવ દર્શાવનારો નિબંધ દૂર દેશાવરથી ડાવિંનના ઉપર મોકલ્યો; તેમાં ડાવિંને પોતાનો સિદ્ધાન્ત સ્પષ્ટ થયેલો જોયો. આવી મોટી શોધના માનમાં નવો ભાગીદાર લેવો એ સાધારણ મનુષ્યને ગમે નહિ. પોતાનો અનુભવ અને સિદ્ધાન્ત વીસ વર્ષ પહેલાંના હોય તે પ્રસિદ્ધ કરીને વોલેસનો નિબંધ દબાવી રાખવાનું પગલું કોઈ નાના મનુષ્યને સૂઝ્યું હોત. પણ આ ધર્મસંકટમાં ડાવિંનને ઉદાર સ્વભાવ પાછો પડે તેમ ન હતો; તેણે બધી વસ્તુસ્થિતિ તેના મિત્રો દબાવ અને હૂકરને જણાવી: તેમણે એવો નિર્ણય કર્યો કે વોલેસ અને ડાવિંન બંનેના નિબંધ એક જ સાથે દર્શાવવાનું સોસાયટીમાં પ્રસિદ્ધ કરવા. ૧૮૫૮ની જુલાઈની પહેલી તારીખે વોલેસનો નિબંધ વંચાયો ત્યારે ડાવિંને પોતાના સિદ્ધાન્તની ટૂંકી નોંધ ૧૭૪૪માં લખી હતી તે, અને તેના એક વૈજ્ઞાનિક મિત્ર ઉપર અમેરિકામાં ૧૮૫૭માં ૫૩ લખ્યો હતો તે પણ વંચાયા. ત્યાર પછી હોલ વર્ષ પછી ડાવિંનનું “ઉપગતિની ઉત્પત્તિ” વિષેનું પુસ્તક ૧૮૫૯ની આખરમાં પ્રસિદ્ધ થયું.

### નૈસર્ગિક પસંદગી

મનુષ્યના અર્વાચીન ઇતિહાસમાં આ પુસ્તકની પ્રસિદ્ધિની તિથિ સુવર્ણોક્તિ ગણાયે. આ પુસ્તકનું નામ જરા લાંબું છે છતાં તેનું પણ ડાવિંનની સ્પષ્ટ સૈનીના નમૂના તરીકે અહીં

અવતરણ કરવું આવશ્યક લાગે છે. “નૈસર્ગિક પસંદગીના નિયમ પ્રમાણે થતી ઉપજાતિઓની, ઉત્પત્તિ; અથવા તે જીવનકલહમાં યોગ્યતમ અને અનુગૃહીત પરિસ્થિતિનાં રહેનારી જાતિઓનું સંરક્ષણ.” હાર્વિને પોતાના સિદ્ધાન્ત બહાર પાડતાં પહેલાં ૨૦-૨૨ વર્ષની તૈયારી કરી હતી. આ વિષયની તેની પહેલી નોંધ તા. ૧લી જુલાઈ ૧૮૩૭ માં લખેલી હતી; તેણે દર્શાવેલા દરેકે દરેક અભિ-  
 પ્રાય કે સિદ્ધાન્તને માટે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગના પ્રમાણો ઘણી જ સંખ્યાથી એકઠાં કર્યાં હતાં, અને વિરુદ્ધ પક્ષની શંકાઓનાં સમાધાન માટે પ્રયુક્તરો પહેલાંથી સાધી રાખ્યા હતા. આટલી બધી તૈયારી છતાં, અને આ સિદ્ધાન્ત આપેલો બધો સાદો અને સરળ હોવા છતાં પણ સમાજમાં એટલો બધો વિરોધ અને ક્ષોભ-ભ્રમ થયા કે જે મનુષ્યના છુદ્ધિવાદના ઇતિહાસમાં કોઈ વખતે પણ અનુભવાયા નહિ હોય. સૃષ્ટિમાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓની અનેક જાતિઓ અને ઉપજાતિઓ છે, તેઓ એકબીજાની સ્વતંત્ર કે સંબંધ છે એ પ્રશ્નનો ઉત્તર ઉત્ક્રાન્તિવાદ પહેલાં બાઈબલના પ્રમાણથી અપાતો. દરેક ઉપજાતિ સ્વતંત્ર રીતે નિર્માણ થઈ છે એ સિદ્ધાન્તને પુરાણ-  
 મતવાદી જનસમાજ તેમ જ પાદરીઓ અને બીજા વિદ્વાનો સ્વીકારતા હતા. પરંતુ આ ઉપજાતિઓમાં ભિન્નતા જ એટલી બધી ઓછી છે અને તેમની એકબીજાની સ્થનાનો અને જીવન-અવધારનો સંબંધ એટલો બધો મુશ્કિલ છે કે આખું વિશ્વ એક જ છે અને એક જ ઉત્ક્રાન્તિના નિયમથી સમગ્રની શકાય છે એ નવો મત હતો. હાર્વિનનું મુખ્ય કાર્ય તો હવામાન અને પરિસ્થિતિને લક્ષ્યને ઉપ-  
 જાતિઓનું રૂપાંતર થઈ શકે છે અને આ રૂપાંતરનું કારણ “નૈસર્ગિક પસંદગી” છે એ સમજાવવાનું હતું. પરિસ્થિતિને લીધે પ્રાણીઓની નૈસર્ગિક પસંદગી યોગ્યતમ રૂપાંતરો તરફ થાય છે અને પરિસ્થિતિ પણ એવી હોય છે કે યોગ્યતમ રૂપાંતરો જ લખી વખત ટકી શકે છે અને તેથી દલકી કે નમળી ઉપજાતિઓનો નાશ થઈ



નત્ય છે. આ ફેરફારો લાંબા કાળે થાય છે. મનુષ્યના દ્વંડા શ્રવનમાં ધણીવાર તેનો અનુભવ પણ થઈ શકતો નથી, પરંતુ ભૂવિદ્યાના અનદદ કાળાંતરોમાં આ ફેરફાર થાય છે તે જુસ્તરોમાં મળી આવતાં પ્રાણીઅવશેષોથી સિદ્ધ થયું છે.

## હુક્ટ્સ્લી

પહેલાં તો આ સિદ્ધાન્ત વિદ્વાનોએ બહુ મથકાર્યો નહિ. હુબ્'ટ' સ્પેન્સર સિવાય બીજો કોઈ વિદ્વાન ડાવિન્સની સાથે ન હતો. તેના મિત્રો હૂકર અને લ્યુસને તેની તરફથી નિશ્ચય કરતાં દોડક વર્ષ લાગ્યું; પછી હુક્ટ્સ્લી અને ટી'ડાલ સામેલ થયા. એ પંચમૂર્તિ બેગી થયા પછી ઉત્ક્રાન્તિવાદના યુદ્ધના વ્યૂહ રચાયા. તેમાં હુક્ટ્સ્લીએ પોતાનાં બબ્બ ધંધાં, પ્રવીણતા અને પ્રબળ વિવેચકશક્તિથી આ યુદ્ધોમાં મોટી કાંતિ મેળવી; ડાવિન્સની અચાત શારીરિક સ્થિતિમાં આ યુદ્ધોનો મોટો ભાર તેણે વર્ષો સુધી વહોર્યો અને પોતાને ડાવિન્સને “બ્લડોગ” કહેવરાવવામાં તે માન સમજતો. ૧૮૬૦માં ઓક્સફર્ડમાં તેણે મેળવેલી એક છત ચિરસ્મરણીય છે. ત્યાં મળેલી વૈજ્ઞાનિકોની એક મહાસભામાં ઓક્સફર્ડના પુરાણમતવાદીઓ તરફથી બિશપ બીલખરફોર્સ ઉત્ક્રાન્તિવાદની વિરુદ્ધ બોલવા બિલા થયા હતા. તેમના સુખમાંથી ડાવિન્સ અને હુક્ટ્સ્લી માટે તિરસ્કારના શબ્દોનો સ્રોત વહેતો હતો. ઉત્ક્રાન્તિવાદ જો ખરો હોય તો મનુષ્યો દિવ્ય નહિ-ઈશ્વરના બાળકો નહિ-પણ વાદરાં અને માંકડાંના વંશના હોય એ વિચારને મોટું સ્વરૂપ આપીને તેણે ઉત્ક્રાન્તિવાદને કટાક્ષ અને હાસ્યના બોળ નીચે કચડી નાંખવાનો પ્રયત્ન કર્યો તે વખતે હુક્ટ્સ્લીએ આપેલો ઉત્તર ધણીવાર ફરી ફરીને વંચાય છે. બિશપે તિરસ્કારયુક્ત પ્રશ્ન પૂછેલો કે “માંકડાંમાંથી તમારી ઉત્પત્તિ થઈ હોય તો તે તમારા દાદા કે દાદી તરફથી?” હુક્ટ્સ્લીએ ઉત્તર આપ્યો કે “એ” કહ્યું છે-અને ફરીથી કહ્યું છું-કે મનુષ્યના

પિતૃઓમાં મહાકાવ્ય કરવામાં જરાયે શરમાવાનું કારણ નથી. મારા વંશના પિતૃઓનું નામ દેતાં શરમાવાનું હોય તો તે કાષ્ટ એવો મનુષ્ય હોય કે જેની શુદ્ધિ તીવ્ર અને જાંબ વગરની હોવાને લીધે, પોતાના કાર્યપ્રદેશમાં વિજ્ય મેળવવાથી સંતુષ્ટ ન રહેતાં, ખરા અભ્યાસ વિના વૈજ્ઞાનિક પ્રશ્નોમાં માર્યા મારે અને શ્રોતાઓનું ધ્યાન મૂળ વિષયથી દૂર કરવાને માટે વાક્યાતુર્યથી અને ધાર્મિક શ્રદ્ધા અને કલહ ઉત્તેજનારા શબ્દોથી સ્વયને દાંકવાનો પ્રયાત્ન કરે."

### ઉત્કાન્તિવાદનાં પરિણામ

ઉત્કાન્તિવાદ સ્થાપિત થયાને ફક્ત ૮૦ વર્ષ થયાં છે; વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં આ સમય દ્વંદ્વ કહેવાય. તેની વાસ્તવિક કિંમત આંકવી મુશ્કેલ છે. વિજ્ઞાનના અનેક સિદ્ધાન્તો મારફત આમાં પ્રતિવર્ષે કંઈ ફેરફાર થાય છે; પરંતુ તેનું મુખ્ય કાર્ય તો થઈ ગયું છે. ઉત્કાન્તિવાદના લભ્ય મહેલમાં ધણે ઠેકાણે મરામત કરવી પડે, અને કાંઈ વિભાગમાં એક થાંભલો કે પીઠ કે આડસર નવાં નાખવાં પડે તેથી એમ ન કહી શકાય કે આખો મહેલ તૂટી ગયો છે. વિજ્ઞાનના લગભગ બધા સિદ્ધાન્તોમાં આવો ફેરફાર જોવામાં આવે છે અને એ જ પ્રગતિની નિશાની છે. અણુવાદમાંથી પરમાણુવાદ કે વિદ્યુદ્ધવાદ ફક્ત થાય અથવા ન્યૂટનના ગુરુવાક્યોના નિયમોમાં આધુન્યતાનના સુધારા સ્વીકારાય, તો પછી સજીવસૃષ્ટિ જેવી શુદ્ધિત ઘટનામાં ડાર્વિનના સિદ્ધાન્તોમાં થોડાંધણું ફેરફાર કરવો પડે તેમાં કંઈ અનુચિત નથી. મેન્ડલ, વાઇસમેન, અને ખીન્ન આનુવંશિક લક્ષણોના અભ્યાસક્રમે મેળવેલી હકીકતોની સમજૂતી માટે નૈસર્ગિક પસંદગીના સ્વરૂપ વિષે આપણે નવા વિચાર કરવા પડે છે તે વાત ખરી છે. હજુ પણ ઉત્કાન્તિવાદના વિરોધીઓ ઓછા નથી. મે ૧૯૨૫માં અમેરિકાના સંયુક્ત રાજ્યોના એક નાના શહેરમાં એક શિક્ષકને બાઇબલ વિરુદ્ધ ઉત્કાન્તિવાદ શીખવવા

માટે કેટલી તરફથી શિક્ષા કરવામાં આવી હતી. તેમાં ઉત્ક્રાન્તિવાદની કસર નથી પણ રાજ્યના કાયદાની અપૂર્ણતા છે. ઉત્ક્રાન્તિવાદમાં સમજવાનું ધણું બાકી છે. તે છતાં માનસિક વિચારની દરેકે દરેક શાખામાં આ ઉત્ક્રાન્તિવાદે નવાં જલ્લ સીંચ્યાં છે, અને નવાં ફૂલ અને ફૂલ ઉત્પન્ન કર્યાં છે. વિજ્ઞાનની એકલી ભૌતિકદષ્ટિમાં નહિ પણ સમગ્ર જ્ઞાન, તત્ત્વજ્ઞાન અને ધર્મશાસ્ત્રની દષ્ટિમાં પણ સર્વ દિશાએ ઉત્ક્રાન્તિવાદથી પરિવર્તન થયું છે. સમાજમાં બુદ્ધિવાદમાં અને રાજકીય પ્રગતિમાં એ વાદથી થયેલા ફેરફારો નોંધવાનું આ સ્થાન નથી, પરંતુ એટલું તો કહેવું પડશે કે ઉત્ક્રાન્તિવાદની સ્થાપના અને પ્રચાર એ અર્વાચીન વિજ્ઞાનનું મોટામાં મોટું પરાક્રમ છે.

**આનુવંશિક સંસ્કાર**

નવો વિષય લેતાં પહેલાં અન્વય એટલે આનુવંશિક. સંસ્કાર+વિષે થોડુંએક વિવેચન કરવું આવશ્યક છે. જાતિઓનું રૂપાંતર નૈસર્ગિક પસંદગીને લીધે થાય છે એ હાર્વિનનો પ્રથમ સિદ્ધાન્ત સ્વીકાર્યા પછી નવી જાતિઓની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થાય તે જોઈએ. નૈસર્ગિક પસંદગીને લીધે પ્રાપ્ત થયેલી નવી સ્થિતિ તે જ જાતના વારસોને મળે છે કે કેમ તે વિષે વધારે પ્રયોગ અને નિરીક્ષણની જરૂર જણાઈ. હાર્વિન પોતે આ આનુવંશિક સંસ્કાર સંબંધી સહેજ ઉલ્લેખ કર્યો હતો; પરંતુ તે સંબંધી વધુ કામ તો વાઇસમેન, ગેન્ડલ અને ગેસ્ટનના હાથે થયું. મનુષ્ય કસરત, તાલીમ, અને શિક્ષણથી પોતાની શારીરિક અને માનસિક સંપત્તિ વધારી શકે છે-પરંતુ તેથી તે બધા ગુણો તેની સંતતિને પહોંચી શકતા નથી એ વાઇસમેનના હાથે સિદ્ધ થયું. અન્વય—આનુવંશિક સંસ્કારો-ની સમજાણી માટે વાઇસમેન મૂલાકુરોના સાતત્યને સિદ્ધાન્ત રચાવ્યો. આ સંસ્કારો મનુષ્યના બધારણમાં ખારીક મૂલાકુરોના રૂપમાં જન્મથી જ દાખલ થાય છે, અને મૂલાકુરોનું સાતત્ય પેઢીઢિતાર સ્વતઃ સચવાઈ રહે છે. સ્ત્રીપુરુષનાં બીજાંકુર

એકઠાં થતાં અને તેમથી નવું અંક બધાતાં જ તેમાં આ સૂક્ષ્મ મૂર્તિકુરો પ્રથમથી જ હાજર હોય છે જે નવી સંતતિમાં સૂક્ષ્મરૂપે હાજર રહે છે. આ મૂર્તિકુરો પ્રથમથી જ આજન્મ બધાપાં હોય તો પછી સ્વોપાનિર્જિત ગુણો નવી સંતતિમાં શી રીતે દાખલ થઈ શકે ? (હિન્દુ કાયદામાં વડીલોપાનિર્જિત સ્થાવરજંગમ મિલકત ઉપર જેમ સંતતિને હક્ક હોય છે તેમ સાધારણ મનુષ્યની વડીલો-પાનિર્જિત શારીરિક અને માનસિક સંપત્તિ ઉપર પણ સંતતિનો હક્ક હોય છે. પરંતુ સ્વોપાનિર્જિત અંગત સંપત્તિ નવી સંતતિને આપી શકવાની શક્તિ મનુષ્યને નથી એમ વાઇસમેનનું કહેવું છે. આ સંબંધી હજી વિવાદ અને પ્રયોગો ચાલુ છે. પરંતુ વાઇસમેનના મુખ્ય વિચારો સ્વીકારાય છે અને સ્વોપાનિર્જિત લક્ષણો વારસામાં સંપૂર્ણ રીતે આવી શક્તાં નથી એટલું તો સિદ્ધ ગણાય છે. આથી એમ ફક્ત થાય છે કે કાંઈપણ પ્રગતિ પ્રાથમિક લક્ષણો સહેલાઈથી બદલાઈ શક્તાં નથી. રહેવાના આચારવિચાર અને હવાઉગાસમાં સુધારો કર્યાથી, અથવા તો કેસરત અને શિક્ષણથી અમુક જાતિની એક જ પેઢીમાં બહુ સુધારો થાય તેમ લાગતું નથી. તેને માટે આ નવી વસ્તુસ્થિતિ પાડી થાય ત્યાં સુધી-પણી પેઢીઓ સુધી-વાદ જોવી પડે છે, અને સામાજિક સુધારણાનું કામ જેટલું સાદું ધારીએ છીએ તેટલું નથી.

### મેંડેલિયન લક્ષણો

આનુવંશિક સંસ્કારોના સંક્રમણ વિષે મેંડેલ નામના ઓસ્ટ્રિયન પાદરીનું કામ, ધણે વખત ઘુલાઈ ગયું હતું; પણ તે ઘડું અગત્યનું છે. સાધારણ લીલા વટાણાના સંબંધી પ્રયોગ કરીને વંશજનનના કેટલાએક નિયમો તેણે દર્શાવ્યા છે. તેને સમજાવને માટે પ્રણીત અને વનસ્પતિમાં લૌતિકશાસ્ત્રના અણુઓના જેવા સૂક્ષ્મ ગુણોનો આધાર લીધો છે. આ સૂક્ષ્મ ગુણોને લીધે છુદી છુદી જાતનાં લક્ષણો

નવા લગ્નની સંતતિમાં ઊતર્યા વિના રહેતા નથી.

નવા શોધાયેલાં દ્રવ્યોમાં પ્રોટીન, એનઝાઇમ, અને હરમોન્સ અગત્યનાં છે. નવા વીઝલ્યુસક્ષમદર્શકની શોધ પછી જીવનના બધાર-  
 • ધુમાં મુખ્ય ભાગ લેનાર પ્રોટીન નામના રાસાયણિક અણુઓને પ્રત્યક્ષ જોઇ શકાય છે. હાઇડ્રોજનના પરમાણુ કરતાં પ્રોટીનનું પરમાણુ પાંચ હજાર ગણું મોટું હોય છે. પ્રોટીન અણુમાં ગ્લોબ્યુલીન નામના અણુ ધણા અગત્યના છે અને મનુષ્યજીવનમાં રોગના જન્મોને જીતવામાં ધણા ઉપયોગી છે. બહારના રોગોનાં જન્મો રક્તમાં દાખલ થાય કે તરત જ આ ગ્લોબ્યુલીન-અણુઓ ચેતનવંતા યર્ધ જાય છે, અને રોગના જન્મોને પકડીને, કેદ કરીને, તેમને રોગરહિત ગઢાઓ બનાવીને, રક્તની બહાર કાઢી શકે છે. આ પ્રોટીન અણુઓની આયોજનશક્તિ એટલી બધી તીવ્ર હોય છે કે તે એક નહિ પણ અનેક દિશામાં નવાં નવાં સંયોજનો બનાવી શકે છે; તેથી એક નહિ પણ અનેક જાતના રોગનાં જન્મોને માત કરીને તેમને શક્તિહીન અને નિરુપાય બનાવી દે છે. તેથી  
 • શરીરનું સ્વાસ્થ્ય જાળવવાને માટે આ ગ્લોબ્યુલીન પ્રોટીનોને સારા પ્રમાણમાં રાખવાં જોઈએ. તેથી જ હીમોગ્લોબીન નામના પ્રોટીનનું કામ ધણું જ અગત્યનું મણાય. હીમોગ્લોબીનમાં મધ્યક રંગરહિત પ્રોટીનનું હોય છે; તેમાં ચાર હાથ જેવા લાલરંગના “હીમે” ના અણુઓ ગોઠવાયેલા હોય છે, અને તેમાં લોહનું પ્રમાણ સારું હોય છે. આ લોહના પરમાણુઓ હવામાંથી પ્રાણવાયુ સારા પ્રમાણમાં લઈ શકે છે અને લોહીના રંગ શુદ્ધ લાલ રાખી શકે છે. શરીરમાં ફક્ત આસોઆસ લેવાથી અથવા તો હવાના દળાણમાં સહેજ ફેરફાર થવાથી આ રક્તશુદ્ધિ યર્ધ શકે છે એ અત્યંત વિસ્મયકારક ઘટના છે; અને તેવી ઘટના જીવંત શરીરની બહાર કોઈ પણ યંત્ર મારફત યોજ શકાઈ નથી. હજી સુધી કોઈ પ્રોટીનનું સંશ્લેષણ થયું નથી તેથી  
 • પ્રયોગશાળા અને સજીવસૃષ્ટિ વચ્ચેનું અંતર હજી જીતવાનું બાકી છે.

પૃથ્વી ઉપર જીવન પહેલું ક્યાંથી અને શી રીતે આપ્યું તે વિષે એ મત હોય શકે. એક તો વિશ્વના ખીજા અંદાજ કે પ્રદેશમાંથી આપ્યું અને ખીજું પૃથ્વી ઉપરથી જ ઉત્પન્ન થયું. ખીજા મત-પ્રમાણે એમ કબૂલ કરવું પડે કે પૃથ્વીના પ્રાથમિક કાળમાં જીવન સ્વયં નહોતું, પરંતુ પાછળથી નિર્જીવમાંથી સજીવ વસ્તુઓ ઉત્પન્ન થઇ. આ નિર્જીવમાંથી સજીવની ઉત્પત્તિ વિષે પ્રયોગાત્મક પુરાવા નથી તે છતાં તેને સ્વીકાર્યા સિવાય છૂટકો નથી.

પાચનક્રિયામાં “એન્ઝાઇમ્સ” નામનાં દ્રવ્યોની શોધ હેલ્સાં. થેલાં વર્ષમાં જ થઇ છે. સ્ટાર્ચમાંથી સાકર, દૂધ સાકરમાંથી દૂધામ્લક એવી અનેક પ્રકારની પાચનક્રિયામાં ડાયસ્ટાસ, પેન્ક્રિયેટીન-જેવાં દ્રવ્યો અને પ્રાણવાયુની સાથે સચોટન કરવામાં મદદ કરનાર ડીફાયડ્રોજનાઝ અને અંગારવાયુને છૂટા કરનાર કાર્બોનીક એનહાઇડ્રાઝ વગેરે અનેક જાતનાં દ્રવ્યો શોધાયાં છે.

વર્ગી સરીરનું સુકાન સારી રીતે ચાલે તેને માટે અંધીઓમાં સચ્ચરતા હરમોન્સ નામનાં દ્રવ્યો ધણાં ઉપયોગી છે. મધુપ્રમેહમાં ઇન્સુલીન રાખવાથી દવા પેન્ક્રિયાસ અંધીમાંથી નીકળે છે; કંઠકમાળના કેટલાંએક રૂપમાં ઉપયોગી દ્રવ્યો થાયછે અને અંધીમાંથી નીકળે છે; જાતિ-નેય રોગોમાં પીચુટરી અંધી અને અંડાશયમાંથી નીકળતાં દ્રવ્યો પણ આજ પ્રકારનાં છે. પુરુષના અંડાશયમાંથી પ્રાપ્ત થતું ટેસ્ટોસ્ટેરોન અને ઓઓના અંડાશયમાં તેમાર થતું ઇસ્ટેરોજન પણ આવા જ હરમોન વર્ગનાં સત્ત્વો છે. આ સત્ત્વો વૃદ્ધાવસ્થામાં કે યુદ્ધમાં જન્મમાંથી ક્ષીણ થયેલી જીવનશક્તિને પાછી લાવવામાં ધણાં ઉપયોગી નીવડ્યાં છે; અને આશા રાખવામાં આવે છે કે વૃદ્ધાવસ્થાના કેટલાંએક અનિવાર્ય ચિહ્નોને દૂર રાખવામાં સફળ થશે અને મનુષ્યજીવનને ધણો લાંબો વખત ટકાવવામાં પણ મદદ કરશે. આ રીતે અચી-રસ-વિષા મનુષ્યને દીર્ઘાયુષી કરવામાં ધણી ઉપયોગી થવાનો

મગજ લાખો વર્ષની ઉત્ક્રાન્તિનું કળ છે; ક્રીડા, માછલી, દેડકું, પક્ષી, કૂતરો, ઘોડો, વાદરો એ સધળાં પ્રાણીઓના મગજમાંથી ઉત્ક્રાન્ત પામેલા મનુષ્યના મગજમાં તે તે પ્રાણીઓના સંસ્કારનાં બીજ નાના મોટા સ્વરૂપમાં રહે છે. ફીમેન અને વૉલ્ફ નામના પ્રખ્યાત મગજ-શાસ્ત્ર વિશેના અભિપ્રાય પ્રમાણે મગજના થેલેમસ અને સેરેબ્રમ નામના બે મુખ્ય વિભાગ છે. થેલેમસ વિભાગમાં વિચારશક્તિ હોતી જ નથી પરંતુ મનુષ્યજીવનની બારીકમાં બારીક

જમ સહે ત્યાં સુધી માનસિક ક્રિયામાં થોડો વધો આવે છે, પરંતુ પાછળથી મનુષ્ય રોગિષ્ઠ વ્યક્તિઓ જુદી જાતના અન્ય વિચાર અને ઉર્મિના સ્રમેણ સ્થાપી શકે છે.

મગજશસ્ત્રક્રિયાનાં પરિણામો જોતાં માનસક્રિયા બાતિક છે-  
જેમ પાચનક્રિયા કે લોહીની ગતિ શરીરવ્યાપારશાસ્ત્રના નિયમને  
આધીન છે તેવા જ પ્રકારની-ગણી શકાય. કેવળ લાગણીઓ, આવેશો,  
અને નૈસર્ગિક બળો પર આધાર રાખનાર ક્રિયાઓની મનોવિશ્લેષણ  
પદ્ધતિ અને વિચારશ્રેણી આ શસ્ત્રક્રિયાનાં પરિણામોથી નકામી  
ચઈ પડી છે. બાળકોની પ્રેરણાં અને આવેશો દબાવવાથી  
નુકસાન થાય છે એ બીકથી સખ્યતા, શિષ્ટતા, સંયમ વગેરે ગુણો  
કેળવાઈ ન શકે; આત્મનિર્ણય અને સ્વતંત્ર જીવનને નામે સ્વચ્છંદી  
વર્તનને પોષણ મળે; અને આરામ અને આનંદની શોધમાં સંયમ  
અને નિયંત્રણને કૌથી જવાય તો સમાજની દુર્ગતિજ ચલાતો સંભવ  
હતો. પરંતુ જિમિ'મગજ અને વિચારમગજનું સમતોલપણ જાળવી  
શકાય એમ છે, જિમિ'નિયંત્રણમાં યતામાનસિક આધાતોને માનસિક  
રીતે મટાડી ન શકાય તો શસ્ત્રક્રિયાથી પણ મટાડી શકાય છે, એ  
જ્ઞાન આપણને માનવ સંસ્કૃતિમાં સંયમ અને વિચારશક્તિનો વિજય  
થવાની અને મનુષ્યનું બિવિધ કેવળ જિમિ'પ્રધાન નહિ થાય એવી  
ખાત્રી મળે છે તેથી સંતોષ અને આનંદ થાય છે. હજી માનસ-  
વિજ્ઞાની પ્રગતિ મનુષ્યના બિવિધની ઉત્કર્ષણ આશા આપે છે. એક  
માનસક્રિયાના અનેક પ્રકારોના અભ્યાસમાં જ્યેતન,<sup>૧</sup> ઉપજેતન,<sup>૨</sup>  
ચેતન,<sup>૩</sup> ચેતનાતીત<sup>૪</sup> એમ ચાર પ્રકાર ગણી શકાય<sup>૫</sup> તે  
દરેકમાં ધણા સંશોધનપ્રવાહો વહે છે અને તેમનાં પરિણામો

1. unconscious 2. subconscious 3. conscious 4. supraconscious, 5. Science to-day and to-morrow-W. Kaempffer.



જીએ છે. કેવળ અપૂર્વતાના શોખીન રસભક્તોએ “કલ્પના કરતાં સત્ય વધારે અદ્ભુત હોય છે, “truth is stranger than fiction એ યાદ રાખવું” જોઈએ અને સત્યમાંથી પણ સરસતા અને સૌન્દર્યનાં તત્ત્વો સંગ્રહવાં જોઈએ.

**વૈજ્ઞાનિક હકીકતોની રસમયતા**

વિજ્ઞાનનું ધ્યેય સૃષ્ટિક્રમ-સૃષ્ટિક્રિયા સમજવાનું છે. આ ધ્યેયની પ્રાપ્તિને માટે વિજ્ઞાન સૃષ્ટિક્રિયામાં સર્વત્ર વ્યવસ્થા અને નિયમિતતા જીએ છે અને શોધે છે. આ વ્યવસ્થા અને નિયમિતતાની સાથે સુધૃતિતા\* અને સંવાદઃ પ્રાપ્ત થાય છે. આ ચારે તત્ત્વો સૌન્દર્યનાં અને રસવૃત્તિનાં પોષક છે. તે ઉપરાંત સૃષ્ટિક્રિયાના બાહ્ય વર્ણનમાં જ એટલી બધી રસમયતા છે, કે તે દરેક હકીકતને કાવ્યનું રૂપ આપી શકાય; સૃષ્ટિની વિશાળતા અને વિશ્વનું વિરાટ સ્વરૂપ આપણને અદ્ભુત આશ્ચર્ય અને બધ વગેરે રસોનું દર્શન કરાવે છે. જિંઝા પર્વતોની ટાચ ઉપરથી દેખાતાં દરેકો, ગીચ ઝાડીઓ, પાણીનાં શાંત ઝરણાં, એક બાજુએ દૂર દેખાતી હિમરેખા, અને બીજી બાજુએ દેખાતો વિશાળ દૃષ્ટિસીમાનો વિસ્તાર; અથવા તો અધારી રાત્રિની ગાઢ શાન્તિમાં તારાનો પ્રકાશ, અને આકાશ અને અવકાશની અનંતતા અને શાન્તિ; સમુદ્રની મધ્યમાં તોફાન અને વાવાઝોડાની વિધ્વંસમય પ્રવૃત્તિના અનુભવો અને તેને જીતવાને મનુષ્યના પ્રયત્નો; વાયુ અને જલની ગતિ અને તેમાં રહેલું બળ; સમુદ્રની ભરતીઓટની નિયામક શક્તિ; પાણીનાં દીપાં અને સ્ફટિકના બિંદુઓમાં રહેલાં નિયામક બળ, વનસ્પતિ અને વૃક્ષને સુંદર ફૂલફળનાં રંગીત કપડાં પહેરાવનારું બળ, પૃથ્વીને અને બીજા ગ્રહોને એક સાથે ગૂંથી રાખનારું બળ, અને આખા સૂર્ય-મંડળને એક દૂરના તારાની સમીપ ધસડી જતું બળ, ખનિજ રેડિયમના પથ્થરો અને પરમાણુઓમાં રહેલું અત્યાગ બળ—એ સર્વ અદ્ભુત હકીકતો રસવૃત્તિને પોષે છે. સૃષ્ટિની નિર્વામિતતામાં પણ સૌન્દર્યનાં તત્ત્વો છે; સૂર્ય,

ચંદ્ર અને ગ્રહોની નિયમિત ગતિ, શુરુવાકર્ષણનો નિયમ, રાસાયનિક ક્રિયાઓના નિયમો, અને દ્રવ્ય અને શક્તિના સંરક્ષણના નિયમો સૃષ્ટિની સતત અને ગણરાવનારી ગતિમાં આપણને સ્થિરતા, શાન્તિ, સંતોષ અને આનંદ આપે છે. જીવવિજ્ઞાના અભ્યાસથી પણ જીવનશક્તિની મહત્તા, વિપુલતા, અને સર્જકતાનું જ્ઞાન મવાના વૈજ્ઞાનિકોને ધણા પ્રસંગો આવે છે. મનુષ્યકૃત કોઈ પણ રાજ્યખંધારણના કરતાં જીવજ કીડી કે મધમાખીનું દૈનિક જીવન વધારે નિયમિત અને રસમય છે અને બારીક ટાંકણીના માયા કરતાં નાની જગ્યામાં રહેતા કીડીના મનજની રચના અને ક્રિયાના કરતાં સૃષ્ટિમાં વધારે અદ્ભુત વસ્તુ ભાગ્યે જ મળી આવશે. મનુષ્યે ખનાવેલાં યજ્ઞ કરતાં તેનાં શરીરમાં રહેલાં નાનામાં નાના સાધાની રચનામાં વધારે અદ્ભુતતા અને સંપૂર્ણતા રહેલી છે. પીંજળાના દીવા કરતાં પણ ઓછા વ્યયથી આગિયો કીડો અને આગિયણ માખ પ્રકાશ આપી શકે છે. મનુષ્યે ખનાવેલી આગખોટ કરતાં પણ વધારે સરળતા અને ગતિથી માછલીઓનાં ગતિયંત્રો કામ કરે છે; એ રીતે ન કરતાં સાધારણ પક્ષીઓ વધારે સહેલાઈથી પોતાની મરજી પ્રમાણે આકાશમાં વિહરી શકે છે; મોટી હોવીટ્ઝર તોપો અને પરમાણુ બોમ્બ કરતાં પણ વધી જાય એટલી વિનાશશક્તિ એક ચપટીમાં સમાય એટલાં રોગપ્રસારક જંતુઓમાં હોય છે.

વિશ્વની અનંતતા

સૃષ્ટિની અદ્ભુતતા, વિશાળતા, વિનિયતા અપરિમિત ખજા, સતત ગતિ, નિયમિતતા, વ્યવસ્થા એ સર્વ શુદ્ધ દેખાતાં વૈજ્ઞાનિક લક્ષણોમાં રસિકતા અને અને રસવૃત્તિનાં પેલક તરવે છે અને તે સકલ રસમંદાર કલાકારોના ઉપયોગ માટે ખુશ્તો છે. પરંતુ તે સર્વથી ચઢે તેનું વિશ્વનું અનંત રૂપ છે. “જ્યાં ન પહોંચે રવિ ત્યાં પહોંચે કવિ” એ સાધારણ કહેવત આ અનંતતાના તથ્યનમાં ખોટી પડે છે. દૂરદર્શક અને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રોની શોધથી અનંતતાના દૃશ્ય સીમાનો ખતો ખતો છેડેથી વધુ અને વધુ દૂર થતા જાય છે. ખગોલમાં

સૂર્ય, ગ્રહો અને તારાની ગતિ, તેમનાં પરિણામો, અને તેમની વચ્ચેના અંતરો સાધારણ મનુષ્યની કલ્પનાની બહાર છે. “સૂર્યને એક રેતીના કણ જેટલો કદ્દો તો પૃથ્વી તેનાથી એક ઈંચ દૂર મૂકવી પડશે અને તેનું કદ ઘણું જ નાનું હોવાથી તે અદૃશ્ય (ખંડુ જ રહેશે. એનાથી નજીકનો તારો ખીળ રેતીના કણ જેવો દેખાશે, પણ તેને ચાર માઇલ દૂર મૂકવો પડશે....આપણે સૂર્ય અભ્યારના પ્રયત્ન વેગથી પોતાની નજીકના ખીળ તારાને પહોંચવાની ઇચ્છા કરે, તો તેને ત્યાં જતાં સિત્તર હજાર વર્ષ લાગે. પ્રકાશ-તેજ સેકંડના ૧,૮૯૦૦૦ માઇલ જેટલી ગતિથી ચાલે છે તે પણ નજીકના તારાથી પૃથ્વી ઉપર આવતાં તેને ૨૫ વર્ષ લાગે છે । સૌથી નજીકનો તારો પૃથ્વીથી ૧,૮૬,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ છેડે છે ।” એક ગ્રામ હાઇડ્રોજનમાં તેનાં વ્યારીક પરમાણુની સંખ્યા એટલી બધી હોય છે કે તે દર્શાવવાને ૬૬૦ની સંખ્યા ઉપર એકવીસ મીડાં લખવાં પડે. અપૂર્વતાના પૂજકને આ સામગ્રી કરતાં વધારે રસિક અને અદ્ભુત સામગ્રી કય કલ્પનાસૃષ્ટિમાંથી મળી શકશે ?

**વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ અને રસવૃત્તિ**

વિજ્ઞાનના સેવનથી, પ્રકૃતિના સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણ અને અન્વેષણથી મનુષ્યની રસવૃત્તિ ક્ષીણ થતી નથી અને તેથી જીવનરસનો લહાવો લેવાની શક્તિ ધટતી નથી એ આપણે ઉપર જોયું. વિજ્ઞાનથી રસભાવના પોષાય છે અને વિજ્ઞાનના વિકાસની સાથે રસજાડારની સામગ્રી પણ વધતી જાય છે, અને પ્રકૃતિના સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણ અને અન્વેષણથી આ રસવૃત્તિ સંધર્ષિત થાય છે એ પણ આપણે જોયું. તે છતાં સ્પષ્ટ કરવું પડશે કે વિજ્ઞાનની ભાવના અને કલારસની ભાવના અથવા તો વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ અને રસવૃત્તિમાં ઘણો ભેદ છે. શિક્ષણ અને મનનથી વૈજ્ઞાનિકનું મન દરેક વસ્તુ તરફ શંકા અને સાવધાનતાથી જુએ છે, સત્ય અને ચોક્કસાઈ માટેનો આગ્રહ, અને સત્યપ્રાપ્તિમાં અગત્ય માનસિક દોષથી દૂર રહેવાના સતત પ્રયત્નો વગેરે કારણોથી માનસિક વૃત્તિ કેટલાક અંશે કસબ અને રસભાવનાનાં બધાં સ્વરૂપોને પોષી શકતી નથી. રસભાવનાનું મૂલ્ય

કલ્પના ॥ અને તેનું ધ્યેય આનંદ છે; આનંદની શોધમાં કલ્પનાનો વિહાર અત્યંતિબદ્ધ રાખવાની વૃત્તિમાં કેટલીકવાર ધણી વિજ્ઞાનની સાવધાનતા અને વાસ્તવિકતા અંતરાયરૂપ થઈ પડે છે. પરંતુ વિજ્ઞાનની શોધો રસવૃત્તિને બાધક નથી; હજિનું રહસ્ય સમજતાં આશ્ચર્ય અને અદ્ભુતતાના અંશો નાશુદ્ધ થવાને બદલે વધારે જોડા અને મહાન થતા જાય છે. એક પ્રસિદ્ધ વૈજ્ઞાનિક લેખકના સંબોધમાં કહીએ તો “Science never destroys wonder but only shifts it, higher and deeper;” સાધારણ દૃષ્ટિએ જોઈએ તેના કરતાં વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિએ જોવાથી આપણને કાંઈક વધારે સૂક્ષ્મ, વધારે ઉચ્ચ અને વધારે જોડું રહસ્ય પ્રાપ્ત થાય છે. સત્ય અને સુંદરતા એ જે એક જ પરમ તત્ત્વનાં શુદ્ધ લક્ષણો છે, તેમાં બેદનો આભાસ હોવા છતાં વિશેષ નથી એની પ્રતીતિ થાય છે.

વૈજ્ઞાનિકો રસવૃત્તિવિહીન હોય છે એમ ધારવાને કારણ નથી. એલેરિયાના રોમ કદ જાતના મચ્છરથી કેવી રીતે થાય છે તેની શોધ કલકત્તામાં સુર રોનાલ્ડ રોસના હાથે ૧૮૬૮માં થઈ હતી; તે પ્રસંગે તેણે વૈજ્ઞાનિકના મનમાં ઉદ્ભવતી સંતોષ, આનંદ, અને ગર્વની લાગણીઓ દર્શાવતી કવિતા લખી છે. રોસ એક પ્રતિભાશાળી અને અનેકદેશી વિદ્વાનો ઉપાસક હતો. તેની કવિતામાં વૈજ્ઞાનિકના વિજયની સાથે પ્રભુનું ચિંતન અને સમાજસેવાના આદર્શો સારી રીતે વ્યક્ત થયા છે.

This day relenting God  
Hath placed within my hand  
A wondrous thing; and God  
Be praised, 'At His command  
Seeking His secret deeds,  
With tears and toiling breath

I find thy cunning seeds  
O million-murdering Death.

I Know this little thing  
A myriad men will save;  
O Death, where is thy sting,  
Thy Victory, O Grave?

આને કૃપાળુ પ્રભુએ મારા હાથમાં એક અદ્ભુત વસ્તુ મૂકી છે. તેને હું 'વંદુ' છું. પ્રભુની આરાધી તેમની મહન કૃતિઓનું શોધન કરતાં કરતાં અમિત હૃદય અને અશ્રુદ્રવિત ચક્ષુઓથી હું, લાખો માનવીના નાશ કરનાર યમદેવના ખીળાંકુરોને શોધી શક્યો છું. આ યાનલવથી પણ હજારો માનવીઓને બચાવી શકાશે એવી મારી ખાત્રી છે. મૃત્યુ તારો ક'ખ ક્યાં છે અને યમદેવ તારો વિજય ક્યાં છે?.....“મૃત્યુ મરી ગયું” રે લોલ !”

વૈજ્ઞાનિક હકીકતોમાંથી રસજ્વલિતું સેવન થઇ શકે છે એ શ્રી. કાલેલકરે પોતાના લેખોમાં અનેકવાર સિદ્ધ કરી બતાવ્યું છે. કથં ન જ્ઞેયં અસ્માભિઃ એ સુંદર અને સમર્થ લેખમાં “મારી અંદરનો ભૌતિકશાસ્ત્રી” અને તેની અદ્ભુત જિજ્ઞાસાનું આનંદમય વર્ણન છે. એ પ્રકૃતિપૂજક કવિ ગદ્યમાં સુંદર કવિતા લખે છે. ખગોલવિદ્યાના અભ્યાસ અને મનનથી એ વિષયને તેમણે કેટલો આકર્ષક બનાવ્યો છે! એમના “જીવનના આનંદ”માં ‘અનંતનો વિસ્તાર’ એ ૭૦ પાનાં ખગોલવિદ્યાના પ્રત્યક્ષ અનુભવથી તરબોળ છે અને તેમનું એક વાક્ય તો તેમનો અસીમ વિજ્ઞાનપ્રેમ દર્શાવે છે. “સપ્તર્ષી, વીંછૂડો, હરણ્ડ, કૃત્તિકા, ચિત્રા, સ્વાતિ, હાચિયો, શ્રવણ વગેરે વેદકાળથી આપણને જગાડતા તારાઓની આકૃતિઓ અને એમનાં સ્થાન આપણે જાણખી ન શકીએ?” કાકા કાલેલકર એકલી પ્રતીનતાના પૂજક નથી. તેમણે પોતાના ઉપમાબંડારને

દાલવીને કાઢવાર કેટલાંએક વાદળાંને “ પ્લેટીનમ ” સાથે સરખાવ્યા છે. તેમાં પ્લેટીનમ જેવી અર્વાચીન ધાતુના રંગની ખરી કિંમત તેમણે વૈજ્ઞાનિક રીતે કરી છે. તેમના જેવા ખીજા સમર્થ લેખકો પાસે આપણે વિજ્ઞાનની સામગ્રી સાહિત્ય અને કવિતામાં પ્રસરતી જેવાની આશા કેમ ન રાખીએ ?

ઉમાશંકર જેથીએ તેમની અદ્વિત શૈલીમાં વિજ્ઞાનની કિંમત કરી છે, “ જ્ઞાનસિદ્ધિ એક વૈજ્ઞાનિકનું અહમકથન ” એ સુંદર કાવ્યમાં વૈજ્ઞાનિકોની મનોવ્યથાનું વર્ણન છે.

એ સત્ય કાળે ન ધડીય જપવું.  
જ્વાળામુખીના મુખમાં પ્રવેશવું.  
ઢંઢોળવાં ઉત્તર સૂર્ય અદિનાં  
ને પેઢામાં સ્થલ કાલને લઇ  
ખઠાંડ કેરાં તળિયાં તપાસવાં.  
તૂટે, તૂટે, સૌ બમમાળ તૂટે  
જૂઠા તૂટે કીરન કોટ સર્વ.  
તૂટે બંને સૌ સ્થલકાલ બીંતડાં,  
કે ચિત્ત તૂટે મુજ વિશ્વ માપવું.  
પરંતુ પાયા સતના તૂટે ના;  
ને લાવે આશા લગીર ખૂટે ના.

ઉમાશંકર જેથી ઉત્કાન્તિવાદ વિષે નીચેનો ઉલ્લેખ કરે છે :

વિકસ્યો કમ સૃષ્ટિનો, વિરતર્થો, પાંગર્થો, બંને  
હલકાલો ધરકેરો બેળલો બાળુડાં વડે.  
ઉદ્ભિજ્ઞેની વધી વેગે મુક્તતિ અકુક્તિ  
જગી ખીજ પ્રમાણતી અંડજેની જમાત ત્યાં  
પ્રસરી પાંચરી એ ત્યાં જગી જોજસ્વતી ખીજ  
ચોનિજો તણી સૃષ્ટિ, ને પૃથ્વી થે આણીએવતી.

તેમ જ અને પ્રજનનું શારીરિક દારિદ્ર્ય મટાડવાને નિષ્ણાત દાકતરો પૂરતી નહિ પણ સારી સંખ્યામાં મળી શકે એમ છે. પરંતુ ખરી વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ સિવાય પ્રજાને કે દેશને જોઇતો લાભ મળતો નથી. દાકતરી શિક્ષણની પદ્ધતિ જ એવી થઇ પડી છે કે જોઇએ તેટલા વિદ્યાર્થીઓને શિક્ષણ પણ મળી શકતું નથી. તેજસ્વી વિદ્યાર્થીઓ શિષ્યવૃત્તિ લઇને આગળ વધી શકે છે, ને લાગવગ અને સાધનવાળા પણ ઓછી બુદ્ધિવાળા વિદ્યાર્થીઓને દાકતર થવાની તક મળે છે. પણ સાધારણ સ્થિતિના વિદ્યાર્થીઓને તક મળતી નથી. વળી શિક્ષણને માટે સમય અને લાયકાત ઓછી હોવાને લીધે સમાજને દાકતરી શિક્ષણનો જોઇએ તેટલો લાભ મળતો નથી અને સાધારણ દાકતરોને જૂની પદ્ધતિથી કામ કરવાની ટેવ પડી ગયેલી હોવાને લીધે પોતાના રોજના ધંધામાં ધણી જૂનો કરે છે. પરંતુ તેમની સંખ્યા ઓછી હોવાને લીધે અને તેમને પોતાની લાયકાતના પ્રમાણમાં વધારે માન મળતું હોવાને લીધે સમાજને તેમના શિક્ષણ અને બુદ્ધિનો યોગ્ય લાભ મળતો નથી. આ વિષેનું આયોજન સફળ થાય તે પહેલાં શિક્ષણ વિશાળ અને સરવું કરવું જોઈએ. દાકતરો, વૈદો, કે હકીમો ધણી સારી સંખ્યામાં ઉત્તમ શિક્ષણ લઇને તૈયાર થાય તો જ તેમથી થોડાએક સેવાભાવી અને કાર્યદક્ષ વિદ્વાનો પ્રજાની શારીરિક અને આરોગ્યવિષયક સંપત્તિમાં વૃદ્ધિ કરી શકે.

ખોરાકને માટે જોઇતું અનાજ સારી જાતના અને સારા જથ્થામાં તૈયાર થવું જોઈએ. રસિયા જેવા ફળદ્રુપ દેશોમાં પણ એ દેશની આયોજનામાં ખોરાકને પ્રથમ સ્થાન આપવામાં આવ્યું હતું. અને ૧૬ ટકા જેટલું અનાજ વધારે ઉત્પન્ન કરવાને માટે આયોજના કરવામાં આવી હતી. હિન્દુસ્તાનમાં પણ સાડા પાંચ કરોડ ટનને બદલે સાડા છ કરોડ ટન જેટલું અનાજ ઉત્પન્ન કરવાની જરૂર છે. તે ઉપરાંત દેશની વસ્તીમાં દર વર્ષે પચાસ લાખ માણસો વધે છે તેને માટે પણ જોગવાઇ કરવી જોઈએ. આ કામને માટે

ફક્ત વધારે પ્રમાણમાં ખેતી કરવી અથવા તે બીજા પાક ઘટાડીને ફક્ત ખોરાકના અનાજના પાકનો વધારો કરવો એ પૂરતું નથી. સારા બીજ વાવવાથી, સારું ખાતર નાંખવાથી અને ખેતીમાં સંભાળ લેવાથી થોડો વધારો થઈ શકે. પરંતુ એના કરતાં જે નવી જમીન પર સારી ખેતી કરવાને માટે જમીનનાં તત્ત્વોનું સંશોધન અને નવાં જરૂર પડે ત્યાં યંત્રો વાપરી નવી જમીન ખેતીમાં લાવવાને માટે વ્યવસ્થાપૂર્વક યોજના થવી જોઈએ. આ કાર્યમાં વિજ્ઞાનનો ખરો ઉપયોગ થઈ શકે તેને માટે વિજ્ઞાનના ઇતિહાસની અને સંશોધનની દૃષ્ટિએ શિક્ષણ અપાવું જોઈએ. ખરી વૈજ્ઞાનિક શક્તિ જમાવવી જોઈએ, તે સિવાય ઉપલબ્ધીયું શિક્ષણ નકામું જાય છે.

વૈજ્ઞાનિક શક્તિ અને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ સમાજના અનેક પ્રશ્નોના અભ્યાસમાં દાખલ કરવી એ ધણું અગત્યનું કામ છે. ગુજરાતના સામાજિક પ્રશ્નોના ઉકેલ માટે પણ આ પદ્ધતિનો લાભ લેવો જોઈએ. નવગુજરાતના સામાજિક પિધાનનું સંવાદી અને સમન્વિત ચિત્ર તૈયાર કરવું હોય તો અર્થશાસ્ત્ર, માનસશાસ્ત્ર, નૃવિદ્યા અને સમાજવિદ્યામાં પણ વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ પ્રમાણે અન્વેષણ અને સંશોધન કરવાની જરૂર છે. અને તેવી જ રીતે ઇતિહાસની પુનર્રચનાને માટે પુરાતત્ત્વની ઊંડી વિદ્વતાનો ઉપયોગ વિજ્ઞાનની પદ્ધતિથી થવો જોઈએ. અત્યારે સમાજવિદ્યા ફક્ત વર્ણન અને વિવેચન પર આધાર રાખે છે તેને બદલે તે પ્રયોગાત્મક બની વિનિયુક્ત વિજ્ઞાનની શાખા મળ્યાવી જોઈએ. વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિથી આપણા સમાજના પ્રશ્નોનો ઉકેલ થાય તો યંત્રોની વિરુદ્ધ જે ખોટી ભાવના ઉત્પન્ન થઈ છે તેનો વાસ્તવિક નિકાલ થઈ જાય. દેશની ખેતીમાં અને ઉદ્યોગોમાં નવાં નવાં યંત્રોની જરૂર પડે ત્યાં ત્યાં તેનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ અને યંત્ર વિરુદ્ધ જે કાંઈ અનુભવ થયેલા હોય તેનો ચોખ્ખો રસ્તો કાઢીને સમાજની ઉન્નતિ સાધવાનો પ્રયત્ન થવો જોઈએ. યંત્રો બનાવનાર અને યંત્રો વાપર-



-નાર જુદા દેશોના હોય તો તેમનો વિરોધ સમજી શકાય તેમ છે. પરંતુ એક જ દેશમાં દેશના જ કારીગરોનાં બળ અને બુદ્ધિથી બનાવવામાં મંત્રો તે જ દેશમાં વપરાય તો તેમાંથી ગેરલાભ થવાના સંભવ ધણા ઓછા છે. વધારે અનાજ મેળવવું હોય, દેશને વધારે કાપડની જરૂર હોય, વધારે જલદીથી વધારે સંખ્યામાં અને ઓછા ખર્ચે મુસાફરી કરવી હોય તો યોગ્ય ખેતીનાં સાધનો, મંત્રો, રહે, મોટર અને વિમાન આ દેશમાં જ બને અને આ દેશનો જ કાર્યો માલ આ જ દેશના કારીગરો અને દેશના જ પેટન્ટો વપરાય તો મુડીવાદ અને મજૂરવાદના વિરોધને સ્થાન નહિ રહે. સમાજનાં જુદાં જુદાં અંગોમાં વિરોધ અને કલહનાં કારણો તો હંમેશાં રહેવાનાં જ. પરંતુ તેમને દૂર કરવાને માટે સાધનો અને યોજનાઓ વૈજ્ઞાનિક આયોજનથી નક્કી કરી શકાય એમ છે.

શુદ્ધ ધાર્મિક પ્રશ્નોમાં વિજ્ઞાનને સ્થાન નથી. પરંતુ જ્યારે ધર્મ અને દૈનિક આચાર વચ્ચે વિરોધ ઉત્પન્ન થાય અને સમાજની પ્રગતિમાં ધર્માધિભૂતતાથી અંતરાય આવે ત્યારે વિજ્ઞાન શત્રુભાવે નહિ પણ મિત્રભાવે આ વિરોધ શમાવવાનો પ્રયત્ન કરી શકે. જૈનો અને વૈષ્ણવો, સનાતનીઓ અને સમાજીઓ, હિંદુઓ અને મુસલમાનો એ સર્વેનાં ધર્મશાસ્ત્રો વિષે વિજ્ઞાનને કહેવાતું હોય જ નહિ; પરંતુ તેમના આચારવિચારના અંતરાયો દેશ અને સમાજને હાનિકર્તા ન થઈ પડે તેવી વિચારસૃષ્ટિ ઉત્પન્ન કરવામાં વિજ્ઞાનનું વિશાળ દષ્ટિ-બિંદુ ધણું ઉપયોગી થાય એમ છે. સત્યસેવન અને નિષ્પક્ષપાતી વિચારની ટેવથી બંધાયેલા વૈજ્ઞાનિક વિચારકોના અભિપ્રાય સ્વતંત્ર હોવાથી તેમના દષ્ટિબિંદુની અસર સમાજ ઉપર એક સરખી રીતે પ્રસરશે અને તેનો સ્વીકાર સર્વત્ર થશે. વિજ્ઞાનની તુલનાત્મક પદ્ધતિના સંસર્ગથી ધર્મનું ખોટું ઝૂલ ઓછું થવાનું; અને જેમ જેમ વૈજ્ઞાનિક વિચારો સમાજમાં પ્રસરતા જશે તેમ તેમ ધાર્મિક વિરોધ અને કલહોની તીવ્રતા અને સંખ્યા ઓછી થવાની.

વિજ્ઞાનની કિંમત રશિયામાં જોટલી થાય છે તેટલી પૃથ્વીના કોઈ પણ દેશમાં થઈ નથી. રશિયામાં ૧૯૩૪ ની સાલમાં પણ દર વર્ષે એક અબજ રૂબલ વિજ્ઞાનને માટે રાજ્ય તરફથી વપરાતા. અમેરિકામાં વિજ્ઞાનને માટે વપરાતી રકમ આના ત્રીજા ભાગની અને બ્રિટનમાં દશમા ભાગ જોટલી હતી. આ કારણને લીધે રશિયામાં વિજ્ઞાનનો વિકાસ વિપુલ રીતે થયો છે. હિંદમાં પણ તે વિકાસના ચિહ્નના ભેવામાં આવે છે, પણ તે હજી બીજાં કુર રૂપમાં જ છે.

વિજ્ઞાનનાં અન્વેષણનાં સાધન અને પદ્ધતિ જ્યારે આધ્યાત્મિક પ્રદેશોમાં સુવ્યવસ્થિત રીતે સ્વીકારાશે અને જ્યારે નવું માનસશાસ્ત્ર આત્માના આધ્યાત્મિક સ્વરૂપનું વાસ્તવિક જ્ઞાન મેળવશે ત્યારે સર્વ સ્વર્ભમાંથી એક વિશ્વવ્યાપી ધાર્મિક વિચાર નીકળશે અને તેનાથી સ્વર્ભના બધા બાજુ વિરોધો સ્ખરશે. આ સમય દૂર હોવા છતાં પણ હાલના ધાર્મિક વિરોધ અને અંદર અંદરના કલહ સમાવવાને માટે વિજ્ઞાનના વિચારો કરતાં વધારે ઉત્તમ સાધન મળવું અશક્ય છે.

૧૯૪૭ની હિંદી વિજ્ઞાની કોંગ્રેસનું પ્રમુખપદ રાષ્ટ્રનેતા પंडित જવાહરલાલ નહેરુએ લધને અને રાષ્ટ્રીય સરકાર તરફથી વિજ્ઞાનને ઉત્તેજન આપીને વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં નવો યુગ શરૂ કર્યો છે. હિંદ જેવા રૂઝદ્રુપ દેશમાં જૂખમરો અટકાવવા માટે ગરીબાઈ, અજ્ઞાન, ગેરમ, જડ રીતરિવાજોમાંથી પ્રજાને ખચાવવા માટે દેશની અડગક સંપત્તિનો સંપૂર્ણ ઉપયોગ કરવા માટે વિજ્ઞાન સારી મદદ કરી શકે એમ છે. વિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનની શોધોનો ઉપયોગ તો આર્થિક અને ઔદ્યોગિક કારણોને લીધે દેશમાં જરૂર થવાનો છે, અને તેમાંથી ગુજરાત અલગ રહી શકે એમ નથી. પરંતુ તે ઉપરાંત બીજાં ક્ષેત્રોમાં વિજ્ઞાનનો ઉપયોગ થાય એ ઇચ્છ છે.

વિજ્ઞાનની યોગ્ય સેવા વિના ગુજરાતની સંપૂર્ણ ઉન્નતિ સધા-

વી અશક્ય છે. વિજ્ઞાન એટલે કેવળ શુષ્ક હકીકતનો ભંડાર એ સંકુચિત અર્થમાં ન લેતાં વ્યવસ્થા, મહેનત, ખર્ચ, ધીરજ, નત્રતા, વિચાર અને અભિપ્રાયનું સમતોલપણું વગેરે ગુણોના લાભ આપનારી વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ અને વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ એ સર્વનો સમાવેશ વિજ્ઞાનમાં થવો જોઈએ. દરેક પ્રશ્નને વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિથી એટલે કેવળ સત્યશોધક દૃષ્ટિથી ચર્ચવાની, એક જ અભિપ્રાયને વળગી રહેવાની હાંને બદલે, નવી માહિતી કે સાક્ષી મળતાં અભિપ્રાય બદલવાની તૈયારી અને તે પહેલાં ઉતાવળથી અને ખાતરી કે પ્રયોગ વિના અભિપ્રાય નહિ બાધવાની ટેવ પાડવાને માટે સતત માનસિક સંયમની જરૂર છે. વિજ્ઞાનની આટલી બધી સામગ્રી પ્રાપ્ત કરવી કાંઈન છાગે પરંતુ તે આવશ્યક છે અને છેક દુઃસાધ્ય નથી. ગુજરાતની મહત્તા હજી સંપૂર્ણ રીતે સમજાઈ નથી. ગુજરાતીઓને કેવળ સ્વાર્થી, ધનલેબી, નફાખોર, બ્યાપારી વૃત્તિની પ્રજા ગણનારાઓ બૂલ કરે છે. જે પ્રજાએ ગાંધીજી જેવા વિચારક અને કર્મચોગી મહાપુરુષ આપ્યા છે, હયાનંદ સરસ્વતી જેવા ધર્મવીર, દાદાભાઈ નવરોજી જેવા કર્મવીર, વિદ્યલભાઈ અને વલ્લભભાઈ પટેલ જેવા રાજપુરુષો, જમશેદજી ટાટા જેવા ઉદ્યોગવીર અને દાનવીર આપ્યા છે તે પ્રજાની કિંમત હવે અલ્પ ન ગણી શકાય. ગુજરાતની સાધારણ પ્રજાની શારીરિક અને આર્થિક નિર્ધનતા ભલેને હાલમાં ચિંતા ઉપજાવે તેવી હોય; પરંતુ જે જે દિશાઓમાં ગુજરાતે અત્યાર સુધી ખ્યાતિ મેળવી છે તે જોતાં તેનું ભવિષ્ય ઉજ્જવળ અને આશાપ્રદ છે. હજીસુધી વિજ્ઞાનની જે કાંઈ અવગણના થઈ છે તેનું પ્રાયશ્ચિત્ત કરવાની તૈયારીનાં ચિહ્નો સ્પષ્ટ દેખાય છે. ગુજરાતના પ્રભાવશાળી પ્રથમ વૈજ્ઞાનિક વિદેહી પ્રોફેસર ગાંગુરના વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણના અમુક અંશો ‘કલાલવન’માં સુરચાપિત થયા છે. તેમણે સ્થાપેલું એલેમ્બિક કેમિકલ કારખાનું ગુજરાતના રાસાયનિક ઉદ્યોગોને સાડું ઉત્તેજન આપી રહ્યું છે અને તેની પાસે જ સારા-ભાઈ કેમિકલ કારખાનાની શરૂઆત થઈ રહી છે. તેમના જ એક-

વિદેહી શિષ્ય કૃષિવરામ વડાલે સ્થાપેલાં રાસાયનિક કારખાનાંઓ ધ્રાંગધ્રા અને મીઠાપુર (હારકા)ના શાન્ત પ્રદેશોને નવીન અને અપૂર્વ અર્વાચીનતા અપાવે છે. ગુજરાતમાં જન્મેલા જન્મશેષ ટાટાની સંપત્તિ અને શુદ્ધિથી ભેંગલોરના વૈજ્ઞાનિક મહાવિદ્યાલયમાંથી નીકળતા પ્રવાહનો લાભ ગુજરાતને અપરોક્ષ રીતે ઘણી દિશામાં મળ્યો છે. ત્યાંના જ એક સંશોધક અને શિક્ષક હોમી ભાભાએ વિશ્વરશ્મિ અને પરમાણુચક્રિતના વિષયમાં વિલક્ષણ પ્રતિભા બતાવીને રોયલ સોસાયટીના પ્રથમ ગુજરાતી ફેલોની અપૂર્વ ખ્યાતિ મેળવી છે અને વધુ કીર્તિ અને યોગ મેળવવાની આશા આપે છે. અમદાવાદના મીલ ઉદ્યોગના સ્થાપક રાવખદાદૂર રણછોડલાલ છોટાલાલના કુટુંબની સંખ્યાવતોથી એક દુનનરચાળા અને એક વિજ્ઞાનની પાઠશાળા સ્થપાયાં છે. કાપડની માલોથી ગુજરાતની આર્થિક સંપત્તિમાં અદ્યતન વધારો થયો છે અને સવા કરોડ રૂપિયા આ માલો તરફથી નવી વૈજ્ઞાનિક દુનનરચાળાની સ્થાપનામાં ખરચાવાના છે. ગુજરાતમાં કૃષિવિદ્યાલય અને પશુપ્રજનન વિદ્યાલય આજુદ ખાતે સ્થપાયાં છે. મેડીકલ અને ધર્મનેરી હોસ્પિટલે અમદાવાદ અને વડોદરામાં સ્થપાવાના બચકારા વાગી રહ્યા છે. ગુજરાત યુનિવર્સિટીની સ્થાપનાની તૈયારીઓ વેગવાન રીતે ચલી લાગે છે. ગુજરાત કાદિયાવાડનાં નાનાંમોટાં ચત્તોનાં સંઘટન અને એકીકરણના દિવસો બહુ દૂર નથી. બાધાચાર પ્રતિબંધો યોગ્ય સીકારાય તો સકળ ગુજરાત એક જ ગુજરાત કે પ્રગતત્રના નિયમનમાં આવે એ ધટના દરે-ફરુદી દૂર ન જણાય. તેવા પ્રસંગે ગુજરાતીઓની વ્યવહારકૌશલ શુદ્ધિ વિજ્ઞાનની વસ્તુત્વનિક કિંમત જરૂર સમજશે. ત્યારે વિજ્ઞાનનો અનાદર તો નહિ જ થાય, પરંતુ ઉત્તરેઉત્તર વિજ્ઞાનની પૂજા વધતી જશે, અને તે દિશામાં ગુજરાતની પ્રવૃત્તિ મોરચ અને મદિમાની રીતે કરવાના શુભ કાર્યમાં વૈજ્ઞાનિકો જરૂર

ઉપયોગી થશે.

વિજ્ઞાન એટલે વિજ્ઞાનનાં કેવળ શુદ્ધ તથ્યો નહિ, પણ વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ-નિઃસ્વાર્થી જીવન, નમ્રતા, ખંત, મહેનત વગેરે ગુણોની કેળવણી એટલો જાર ફરીથી મૂકવો જોઈએ. આ વિષે મહાન રશિયન વૈજ્ઞાનિક પાવલોવના નીચેના શબ્દો અક્ષરે અક્ષર પાલન કરવા યોગ્ય છે:

“મારા દેશના વિજ્ઞાનના અભ્યાસને માટે તત્પર થયેલાં યુવકો અને યુવતીઓને હું શું કહેવા ઇચ્છું છું ?

સૌથી પ્રથમ તો ખંત. સફળ વૈજ્ઞાનિક કાર્યને માટે આ ધણી અગત્યની જરૂરિયાત વિષે તીવ્ર જિભિં સિવાય હું કદિ બોલી શકતો નથી. ખંત, ખંત અને તે ઉપરાંત પણ ખંત. તમારા કાર્યની શરૂઆતથી જ જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવામાં ખંતથી કામ કરવાની ટેવ પાડો.

વિજ્ઞાનના શિખર ઉપર ચઢવાનો પ્રયત્ન કરો તે પહેલાં વિજ્ઞાનનાં મૂળ તરવો બરાબર શીખો. પહેલાંનું જ્ઞાન પાકું કર્યા વગર નવું કામ હાથમાં લેશો નહિ. તમારા જ્ઞાનમાં કંઈક પણ જીજ્ઞુષ હોય તો નવાં ગણાંથી અથવા નવી કલ્પનાઓથી અથવા નવાં સિદ્ધાન્તના નામે તે જીજ્ઞુષ પૂરવા યત્નો કરશો તો આવા પરપોટાઓથી અને તેમના વિવિધ રંગોને લીધે તમને ક્ષણિક આનંદ થશે પણ તે ઝૂટી ગયા પુછી તમારી પાસે વધુ મૂલ્યવશ્ય સિવાય કંઈ રહેશે નહિ.

ધૈર્ય અને આત્મનિયંત્રણ કેળવો. વૈજ્ઞાનિક સફળતા માટે જરૂરી એવી સખત મહેનત-મજૂરી કરતાં શીખો. સંપૂર્ણ તથ્યો અને હકીકતો મેળવો, તેનો અભ્યાસ કરો અને સરખાવો. પક્ષીની યાંબો મમે તેવી સંપૂર્ણ હોય પરંતુ હવાના ટેકા વગર તે અદર ઊડી શકે જ નહિ. તથ્યો વૈજ્ઞાનિકોની હવા છે અને તે હવા વગર વૈજ્ઞાનિક કોઈ દિવસ ઊંચે ઊડી શકે જ નહિ. તથ્યો સિવાય તમારી કલ્પનાઓ અને સિદ્ધાન્તોની મહેનત પાણીમાં જશે.

અભ્યાસ વેળાએ, પ્રયોગ વેળાએ અને અવલોકન વેળાએ હકીકતોમાં ઊંડા ઊતરવા પ્રયત્ન કરજો. 'તથોના કેવળ ચોખીદાર-તથા-પાલતી પદવીથી સંતોષ ન માનશો. તેમની ઉત્પત્તિનું રહસ્ય જાણવાને માટે હમેશાં પ્રયત્ન કરો, તેમનું નિયમન કરનારા નિયમો શોધવાને હમેશાં પ્રયત્ન કરો.

નમ્રતા એ બીજો જરૂરી ગુણ છે. 'હું' તો બધું જ જાણું છું' એવો ભાવ કદિ ન સેવતા. તમારી કીર્તિ ચોગરદમ પ્રસરી હોય અને તેને માટે તમે યોગ્ય હો છતાં પણ 'ના, હું' અજ્ઞાન છું' એવું મનને કઠી દેવાની હિંમત ના ગુમાવશો.

અહંકારને નવ ગમના નમસ્કાર કરજો. અહંકાર તમારા ઉપર કાબૂ જમાવશે ત્યારે તે તમારી સહકારની ઇચ્છા હોવા છતાં હકીકા-પણામાં ફેરવી નાંખશે. ઉપયોગી સલાહસૂચનો અને મૈત્રીભરી મદદ નકારવા લાલચાવશે. વળી અહંકારનાં પડા બધાવાથી તમને વૈજ્ઞાનિક-વાસ્તવિકતાનો લાભ મળશે નહિ.

ત્રીજો ગુણ ધગશ. વિજ્ઞાન મુબ્બતુ' સારુએ જીવન માગી લે છે એ યાદ રાખજો. લક્ષેને તમને એકને બદલે બે નિહાળી ભોગવવાની મળે તો તે પણ જોઈ પડશે. વિજ્ઞાન માણસની પાસેથી જાડી સમજ, અચાક પ્રયત્ન અને શ્રદ્ધા માગે છે."

આપણા દેશમાં અને ખાસ કરીને પશ્ચિમ જવાહરલાલ નેદરુના ઉત્સાહથી વિજ્ઞાનને, વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણને અને વૈજ્ઞાનિકોને ધણું ઉત્તેજન મળતું જાય છે. આ પ્રમાણે વિજ્ઞાનમાં દેશ તરફથી જે વિશ્વાસ મુકવામાં આવે છે તેનો બરોબર ઉત્તર આપવો એ વિજ્ઞાનપૂજક યુવાનો તેમ જ વડીલોની આવશ્યક ફરજ છે.

## સંદર્ભ-પુસ્તકોની યાદી

- Introduction to Science J. A. Thomson. 1912.  
 Science and the Human Mind. W. C. Whetham 1912.  
 Discovery, the Spirit and Service of Science,  
 R A. Gregory. 1912.  
 The Grammar of Science. Karl Pearson 1911.  
 Introduction to Science Alexander Hill.  
 The Foundations of Science W. C. Whetham.  
 1912. (ગુજરાતીમાં અનુવાદ—“વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા”  
 —કર્તા રા. હાડગાલ આગકૃષ્ણ પુરાણી.)  
 The Commonsense of the Exact Sciences.  
 W. K Clifford 1879.  
 A History of the Inductive Sciences.  
 W. Whewell. 1857.  
 A History of European Thought in the Nineteenth  
 Century. Vol II. Scientific Thought.  
 Merz 1896.  
 Lectures on the Method of Science.  
 B. Strong Oxford-1906.  
 Recent Developments in Physical Science  
 W. C Whetham 1909.  
 Electrical Nature of Matter and Radio Activity.  
 H C. Jones. 1911.  
 The Coming of Evolution. J. W. Judd. 1910.  
 The Origin of Species Darwin.  
 Darwin & Modern Science. Ed S C. Seward 1909.  
 Social Evolution Benjamin Kidd.

- Hereditary Genius. Francis Galton.
- The Riddle of the Universe. E. Hackel. 1900.
- Elements of Metaphysics. A. E. Taylor, 1993.
- Fragments of Science. Tyndall, 1876.
- A History of the Warfare of Science with Theology. A. D. White.
- A History of the Conflict between Religion and Science. J. W. Draper.
- An Outline of History. H. G. Wells. 1921.
- A History of Science. Sedgwick & Tyler.
- A History of Science. H. S. Williams.
- History of Chemistry. Sir Edward Thorpe.
- Introduction to History of Science. Miss Arabella Buckley.
- Civilisation in Ancient India. R. C. Dutt.
- Physical Sciences of the Hindus. B. N. Seal: Panini Office.
- Positive Sciences of the Ancient Hindus. B. N. Seal. Longmans.
- The Hindi Scientific Glossary. Nagari Pracharini Sabha.
- Newton to Einstein. Harrow.
- Hindu Chemistry. Sir P. C. Ray. 2 vols. ગુજરાતી અનુવાદકર્તા: ધ. વૈ. ગેહ. શુ. વ. સોસાયટી.
- Hindu Achievements in Exact Sciences. B. N. Sarkar.
- Hindu Superiority. Har Bilas Sarda.
- The Surgical Instruments of the Hindus. 2 vols. (Calcutta University)



Symmetry-સુધૃષ્ટિતા.	Universe-વિશ્વ, સૃષ્ટિ.
Technology-દુનરવિદ્યા.	Vacuum-શૂન્ય, અવકાશ.
Telescope-દૂરબીન.	Variable-ચલિત.
Temperature-ઉષ્ણતા, ઉષ્મા- -માપ.	Velocity-વેગ.
Terrestrial-પાથિવ.	Veracity-સત્યમયતા.
Non-terrestrial-અપાથિવ.	Verification-સાબિતી, નિર્ણય.
Theory-મત, વાદ, સિદ્ધાંત.	Vibration-કંપન.
Theoretical-સૈદ્ધાન્તિક.	Viscosity-સ્નિગ્ધતા, ચિક્કટતા.
Tide-ભરતી.	Volume-ધનરૂળ.
Tissues-તત્ત્વો.	Windlass-ઉચ્ચાલન યંત્ર,
Trigonometry-ત્રિકોણમિતિ.	'જંટડો, સામાન જીવો કરવાનું' યંત્ર
-plane-તલ ,, ,,	Wave-વરંગ.
-spherical-ગોળાકીય ,,	Work-કામ, કાર્ય.
Ultra-Violet-અલ્ત્રાવાલીલ.	X-Rays-ક્ષત્રિણો.
Uniformity-એકરૂપતા.	Zodiac signs-રાશિચક્રસંજ્ઞા,
Universal-સાર્વત્રિક	

ઉપરના શબ્દોમાં રાસાયણિક તત્ત્વો અને તેમના આપવામાં આવ્યા નથી. આંતરરાષ્ટ્રીય સમિતિએ નક્કી કરવામાં આવેલા કારણ વગર ફેરફાર કરવાની ગુજરાતીમાં પ્રચલિત નામો જેવાં સુવર્ણ, સીસક, તાંબુ, વગેરે ચાલુ રાખવાં જોઈએ. આંતરરાષ્ટ્રીય સમિતિએ નક્કી કર્યાં પ્રમાણે પ્રાપ્ત થાય છે. તત્ત્વોની પેઠે રાસાયણિક તેવી જ રીતે સર્વદેશસંમત ધોરણે નીચેના ગુજરાતી શબ્દકોષમાં અપાયેલા શબ્દો આપવામાં આવ્યા છે.

નીચેના ગુજરાતી શબ્દકોષમાં અપાયેલા શબ્દો આપવામાં આવ્યા છે.

# પારિભાષિક શબ્દકોષ : ગુજરાતી

અપાકર્ષણ-repulsion  
અભિધાન-Impact  
અભિસર્પણ-capillary motion  
અવશેષ-fossil  
અનુવંશ-heredity  
અજ્ઞેયતાવાદ-agnosticism  
આંતરસંબંધ-inter-related  
આયતન-volume  
આવર્તન-incidence  
આકર્ષણ-attraction  
આયન-ion અત્યંત દ્રવ્યમાન  
રહેવાં વીજમય કણો  
એકીકરણ-synthesis  
ઈથર-ether અવકાશમાં પ્રસરેલું  
પારદર્શક અદૃશ્ય અને  
અમાદ્ય કદબનામય સૂક્ષ્મ  
દ્રવ્ય  
છંદાશક્તિ-freewill, volition  
ઉત્તેજન-stimulus  
જાતિ-Species  
ઉપવૃત્તિ-Intuition  
ઉપમનુ, સૂક્ષ્મમન-subconsci-  
ous or subliminous  
self

ઉપમાનસિક-subconscious  
વ્યુત્ક્રમ-અમાણ-inverse ratio  
કચ્છસંતાન સંરેકાર-momentum +  
of vibration  
કેન્દ્રીભવન-concentration  
કેપિલરી-capillary  
કૌઈફીન-quinine  
ખગોળ-skys heaven આકાશ  
ખમંડળ ગતિવિજ્ઞા-astro-  
dynamics  
ગતિમય સ્થિતિ-dynamic  
equilibrium :  
ગર્ભકોષ-germ cell  
ગુણ-multiple  
ઘનરસાયન-stereochemistry  
જિજ્ઞાસુ, જિજ્ઞાસુ-consciousness .  
જીવન-life  
જીવનઆરંભયુગ-Protorazic  
Age .  
જીવનચક્ર-Cycle of life  
જીવનતત્વ-protoplasm  
જીવનરસ-sap  
જીવનયુગ, પ્રાચીનિક-Palocozic-  
Age  
જાતિ-tribe, caste, genus  
જાતીય-જાતિ વિશેષ-tribal

Symmetry-સુધઠિતતા.

Technology-દુનરવિદ્યા.

Telescope-દૂરબીન

Temperature-ઉષ્ણતા, ઉષ્મા-  
-માપ.

Terrestrial-પૃથ્વીવ

Non-terrestrial-અપૃથ્વીવ.

Theory-મત, વાદ, સિદ્ધાંત.

Theoretical-સૈદ્ધાન્તિક

Tide-ભરતી.

Tissues-તત્ત્વો.

Trigonometry-ત્રિકોણમિતિ.

-plane-તલ ,, ,,

-spherical-ગોળાકાંચ ,,

Ultra-Violet-અત્યુત્તમતીવ.

Uniformity-એકરૂપતા.

Universal-સાર્વત્રિક

Universe-વિશ્વ, સૃષ્ટિ.

Vacuum-શૂન્ય, અવકાશ.

Variable-ચલિત.

Velocity-વેગ.

Veracity-સત્યમયતા.

Verification-સાબિતી, નિર્ણય.

Vibration-કંપન.

Viscosity-રિન-ધતા, ચિક્રટતા.

Volume-ધનરજ.

Windlass-ઉચ્ચાસન યત્ર,

ઊઠડો, સામાન ઊંચો કરવાનું યત્ર

Wave-વરમ.

Work-કામ, કાર્ય.

X-Rays-શ્કરિણો.

Zodiac signs-રાશિચક્રસંજ્ઞા,

ઉપરના શબ્દોમાં રાસાયનિક તત્ત્વો અને તેમની સંઘા આપવામાં આવ્યાં નથી. આંતરરાષ્ટ્રીય સમિતિએ નક્કી કરેલાં નામ અને સંઘામાં ખાસ કારણ વગર ફેરફાર કરવાની જરૂર હું જોતો નથી. શુજરાતીમાં પ્રચલિત નામો જેવાં સુવર્ણ, રજત, કે લોહ, જસત, સીસક, તાંબુ, વગેરે ચાલુ રાખવાં જોઈએ પરંતુ તેમની સંઘાઓ તો આંતરરાષ્ટ્રીય સમિતિએ નક્કી કર્યાં પ્રમાણે જ રાખવાથી સરળતા પ્રાપ્ત થાય છે. તત્ત્વોની પેઠે રાસાયનિક સંયોજનોની સંઘાઓ પણ તેવી જ રીતે સર્વદેસસંમત ધારણા પ્રમાણે રાખવી જોઈએ.

નીચેના શુજરાતી શબ્દકોષમાં મુખ્યત્વે અંગ્રેજી વિભાગમાં નહિ અપાયેલા શબ્દો આપવામાં આવ્યા છે.

# પારિભાષિક શબ્દકોષ : ગુજરાતી

અપાકર્ષણ-repulsion  
 અભિધાન-Impact  
 અભિસર્પણ-capillary motion  
 અવશેષ-fossil  
 અનુવંશ-heredity  
 અજ્ઞેયતાવાદ-agnosticism  
 આંતરસંબંધ-inter-related  
 આયતન-volume  
 આવર્તન-incidence  
 આકર્ષણ-attraction  
 આયન-ion અસમ્યક્ દ્રવ્યભો  
 રહેતાં ધીજનમય કણો  
 એકીકરણ-synthesis  
 ઈથર-ether અવકાશમાં પ્રસરેલ  
 પારદર્શક અદૃશ્ય અને  
 અમાદ્ય કણનામય સૂક્ષ્મ  
 દ્રવ્ય  
 ઉપકારકિત-free will, volition  
 ઉત્તેજન-stimulus  
 ઉપભતિ-Species  
 ઉપલબ્ધિ-intuition  
 ઉપમન, સૂક્ષ્મમન-subconsci-  
 ous or subliminous  
 self

ઉપમાનસિક-subconscious  
 જોડતું પ્રમાણ-inverse ratio  
 કચપસંતાન સંરેકાર-momentum  
 of vibration  
 કેન્દ્રીકરણ-concentration  
 કેરિકા-capillary  
 કેઈઈન-quinine  
 ખગોળ-skys heaven આકાશ  
 ખમડળ અતિવિદ્યા-astro-  
 dynamics  
 અતિમય સ્થિતિ-dynamic  
 equilibrium  
 ગર્ભાવસ્થા-germ cell  
 ગુણ-multiple  
 ધનરસાયન-stereochemistry  
 ચેતન, ચેતન્ય-consciousness  
 જીવન-life  
 જીવનઆરંભયુગ-Protorozoic  
 Age  
 જીવનચક્ર-Cycle of life  
 જીવનતત્વ-protoplasm  
 જીવનરસ-sap  
 જીવનયુગ, પ્રાચીન-Palaeozoic  
 Age  
 જાતિ-tribe, caste, genus  
 જાતીય-જાતિ વિશેષ-tribal

ઝનયુગ, માધ્યમિક-Mesozoic Age

તથ્ય-fact

તંતુઓ-issues

-મગ્નતંતુ-nerve

-જ્ઞાનતંતુ-sensory nerve

-પ્રેરકતંતુ-motor nerve

લેન્સ-lens

ત્રિપાશ્વ-prism

ચુટક-discontinuous

દૂરસંવહન-telepathy

દ્રવ્યસંરક્ષણ-conservation  
of matter

નિત્યતા-eternity

નિર્જીવયુગ, પૃથ્વીના ઇતિહાસનો

નિર્જીવ સમય-Azoic Age

નિહારિકા-nebula

પરાક્રમ-achievement

પરિમાણ-magnitude

-mass

-quantity

-dimension

પરિસ્થિતિ-circumstance

પ્રતિક્રિયા-reflex action

પ્રેરણાશક્તિ-instinct

પારસમણિ-philosopher's  
stone

પૂર્વોત્પત્તિ, પૂર્વોત્થામી-antecedent

બાહ્યકોષ-calyx

ભેદ-variation

માત્રા-quantity, mass

મણિ-lens, આંખનો મણિ.

માન્યતા-belief

મૃતંકુરો-

germplasm, germcell

રંગપટ-spectrum

રંગપટરેખા-spectrum lines

રંગપટદર્શક-spectroscope

રંગપટવિદ્યા-spectroscopy

રસવૃત્તિ, કલાની ભાવના-

aesthetic sense

લંબવર્તુલાકાર-elliptical

છુપ્તકેષમા-latent heat

વર્ગ-square

વર્તુલાકાર-circular

વર્ધનલેખન ચંત્ર, વનરપતિની રુદ્ધિના

આંશની લેખિત નોંધ કર-

નારું ચંત્ર-crescograph

વાસ્તવિકતા-reality

વાસ્તવ-real

વિનિયુક્ત, આપપત્તિક-applied

વિશ્લિષ્ટ-analysed

विश्वक्रिया-the process in  
universe

विश्वरश्मि-cosmic rays

व्यापन-Diffusion

समन्वय-inter-relatedness

सार्वत्रिकता-universality

सातत्य-continuity

सापेक्ष-relative

सूर्य मध्यवाद-

heliocentric theory

सूक्ष्म मन-subconscious self

सूत्र-formula, law

सौषिर्ष, छिद्रमयता-porosity

सौन्दर्यशास्त्र-aesthetics

संवाद, संवादिता-harmony

संसक्ति, संघात-cohesiveness

संगति-continuous

सवेदन-knowledge

संख्या-number

-अरि-rational

-संकेतिक-irrational

सांद्रता-impenetrability

संज्ञा-formula, symbol

संवेग, वेगस्थ-momentum

सीलिकर-cylinder नली

शिलाशास्त्र-petrology

क्षेत्रफल-area

ज्ञानपुनर्जन्म-renaissance



૧૩૬ ૮ ન્યૂટને ન્યૂટને  
 ૧૪૦ ૧૩ સૈાન્ટિક સૈદ્ધાન્તિક  
 ૧૪૩ \*૧૪ નામ કામ  
 ૧૪૪ ૨ પ્રમાણે પ્રમાણે  
 ૧૪૭ \*૬ ન્યૂનની ન્યૂનની  
 ૧૫૪ ૩ પરિણામની  
 પરિમાણની  
 ૧૬૫ \*૨ પરમાણુ પરમાણુ  
 બારાક  
 નક્કી કર્યા  
 ૧૬૬ ઉલ્લી અને નક્કી  
 કર્યા બારાક અને  
 ૧૭૪ ૩ છટકે છૂટકે  
 ૧૭૮ ૫ અપવા અપવાદ  
 ૧૮૦ ૧૩ રેડિયો-નોદ રેડિયો-  
 લોદ  
 ૧૮૧ ૧૦ વીજ્જાલુરિદ્ધા  
 વીજ્જાલુરિદ્ધા  
 ૧૮૨ \*૧૨ માધ્યસની  
 માધ્યસનો  
 ૧૮૪ ૧૩ ડાર્વિનને ડાર્વિનનો

૧૯૭ ૧૦ દ્વંકા દ્વંકા  
 ૨૦૬ ૬ પ્રાણીજીવન  
 પ્રાણીજીવન  
 ૨૦૮ ૧ માન મન  
 ૨૦૯ ૧૦ સં, સન  
 ૨૧૦ ૧ સ સો  
 ૨૧૩ ૪ સ્ટીવનસના  
 સ્ટીવનસના  
 ૨૧૫ ૪ બાતિક બૌતિક  
 ૨૨૮ ૧૧ ખારીક ખારીક  
 ૨૨૮ ૧૩ રસિક રસિક  
 ૨૨૯ \*૧૩ મેમેરિયાના  
 મેમેરિયાનો  
 ૨૩૪ ૧૪ ના સો  
 ૨૩૮ \*૧૧ વૈષ્ણવો વૈષ્ણવો  
 ૨૪૯ \*૬ અનતતા અનંતતા  
 ૨૫૧ \*૧૨ અમણગતિ  
 અમણગતિ  
 ૨૫૧ ૧૦ સમાજશાસ્ત્રે  
 સમાજશાસ્ત્ર



૧૩૬	૮ ન્યૂટને	ન્યૂટને
૧૪૦	૧૩ સૈનિક સૈનિક	
૧૪૩	*૧૪ નામ	કામ
૧૪૪	૨ પ્રમાણે	પ્રમાણે
૧૪૭	*૯ ન્યૂટની	ન્યૂટની
૧૫૪	૩ પરિણામની	
		પરિમાણની
૧૬૫	*૨ પરમાણુ	પરમાણુ
		ભારાક
		નક્કી કર્યા
૧૬૬	છેલ્લી અને નાકી	
		કર્મો ભારાક અને
૧૭૪	૩ છટકે	છૂટકે
૧૭૮	૫ અપવા	અપવાદ
૧૮૦	૧૩ રેડિયો-વોલ્ટ	રેડિયો-વોલ્ટ
૧૮૧	૧૦ વીજળીનિષ્ઠા	
		વીજળીનિષ્ઠા
૧૮૨	*૧૨ માલ્યસની	
		માલ્યસનો
૧૮૪	૧૩ ડાર્વિનને	ડાર્વિનનો

૧૯૭	૧૦ ટૂંકા	ટૂંકા
૨૦૬	૬ પ્રાણીજીવન	
		પ્રાણીજીવન
૨૦૮	૧ માન	મન
૨૦૯	૧૦ સં.	સન
૨૧૦	૧ સ	સો
૨૧૩	૪ સ્ટીવનસન	
		સ્ટીવનસનના
૨૧૫	૪ ભાતિક	ભૌતિક
૨૨૮	૧૧ આરીક	બારીક
૨૨૮	૧૩ રસિક	રસિક
૨૨૯	*૧૩ મેમેરિયાના	
		મેમેરિયાનો
૨૩૪	૧૪ ના	સો
૨૩૮	*૧૧ વૈષ્ણવો	વૈષ્ણવો
૨૪૯	*૬ અનંતતા	અનંતતા
૨૫૧	*૧૨ અમણગતિ	
		અમણગતિ
૨૫૧	૧૦ સમાજશાસ્ત્ર	
		સમાજશાસ્ત્ર

